

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET**  
**BIOLOŠKI ODSJEK**

Ana Hleb

**ANALIZA USPJEŠNOSTI SUDIONIKA**  
**ŠKOLSKIH I ŽUPANIJSKIH NATJECANJA U**  
**ZNANJU IZ BIOLOGIJE**

Diplomski rad

Zagreb, 2016. godina

*Ovaj diplomski rad izrađen je pri*

*Katedri za metodiku nastave biologije*

*Biološkog odsjeka*

*Prirodoslovno – matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu*

*pod voditeljstvom izv. prof.dr.sc. Ines Radanović*

*radi stjecanja zvanja profesor biologije i kemije.*

## ZAHVALA

*Posebna zahvala ide mojoj mentorici, bez koje ovo ne bi bilo moguće, izv. prof. dr. sc. Ines Radanović koja mi je ogromnim razumijevanjem i strpljenjem pomogla pri izradi ovog rada.*

*Najveće zahvale idu mojoj obitelji, mom dečku Dominiku i najboljim prijateljima Sanji, Vedranu i Darku na podršci, razumijevanju, pažnji i ljubavi.*

# SADRŽAJ

UVOD .....	1
1.1. Natjecanje iz biologije .....	1
1.2. Mjerenje postignuća i struktura pismenih provjera na školskom i županijskom natjecanju iz biologije za učenike trećeg razreda .....	2
1.2.1. Bodovanje zadataka .....	3
1.2.2. Tipovi zadataka .....	3
1.2.2.1. Zadaci alternativnog izbora .....	4
1.2.2.1.1. Zadaci višestrukog izbora s jednim točnim odgovorom .....	5
1.2.2.1.2. Zadaci povezivanja i sređivanja .....	5
1.2.2.1.3. Zadaci višestrukih kombinacija .....	5
1.2.2.1.4. Zadaci redanja .....	5
1.2.2.2. Zadaci kratkih odgovora .....	6
1.2.2.2.1. Zadaci dosjećanja i dopunjavanja .....	6
1.2.2.2.2. Zadaci produženog odgovora .....	6
2. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	7
3. METODE I UZORAK .....	8
4. REZULTATI .....	11
4.1. Podržanost Nastavnog programa u pitanjima za Natjecanje iz biologije .....	11
4.2. Analiza pisanih provjera .....	15
4.2.1. Analiza pitanja školskog natjecanja .....	16
4.2.2. Analiza pitanja županijskog natjecanja .....	42
4.3. Metrijska analiza .....	79
4.4. Analiza odabira odgovora na pitanja na osnovu klasa uspješnosti .....	81
4.5. Kognitivne kompetencije potrebne za rješavanje pojedinog pitanja .....	83
5. RASPRAVA .....	85
6. ZAKLJUČCI .....	89
7. LITERATURA: .....	90

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu  
Diplomski rad  
Prirodoslovno- matematički fakultet  
Biološki odsjek

### ANALIZA USPJEŠNOSTI SUDIONIKA ŠKOLSKIH I ŽUPANIJSKIH NATJECANJA U ZNANJU IZ BIOLOGIJE

Ana Hleb  
Zoologijski zavod  
Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet  
Sveučilište u Zagrebu  
Rooseveltov trg 6, Zagreb

Cilj diplomskog rada bio je usporediti uspješnost učenika 3. razreda srednje škole pri rješavanju zadataka na školskom i županijskom Natjecanju iz Biologije. Nakon provedbe školskih natjecanja Županijska povjerenstva su na temelju svih ljestvica poretka i uvida u testove sa školskog natjecanja sastavila popis učenika koji su pristupili županijskom natjecanju.

Analiza testova uključivala je: usklađenost sadržaja pitanja i obrazovnih ishoda Državne mature 2014. godine; usklađenost pitanja i kognitivnih razina potrebnih za njihovo rješavanje; metrijsku analizu testa koja je provedena u svrhu utvrđivanja karakteristike pitanja. Većina pitanja druge je kognitivne razine, dok je treća kognitivna razina slabo zastupljena.

(stranica 97, slika 77, tablica 9, literaturnih navoda 43, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Centralnoj biblioteci Biološkog odsjeka, Rooseveltov trg 6.

**Ključne riječi:** gimnazija, natjecanje iz biologije, psihometrijska analiza, kognitivne razine

**Voditelj:** Prof. dr. sc. Ines Radanović, izv. prof.

**Povjerenstvo:**

**Rad prihvaćen:**

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Graduation thesis  
Faculty of Science  
Department of Biology

Analysis of Student's Success in Knowledge of Biology in the School and Regional Competitions

Ana Hleb  
Department of Biology  
Faculty of Science, University of Zagreb  
Rooseveltova trg 6, Zagreb

The goal of this study was comparison of the 3rd grade high school student's performance in the school and regional competition of Biology. After school competitions Regional commissions based the scale of order and success and drew up a list of students who have joined the county contest.

Analysis of the tests included: compatibility content issues and educational outcomes of Completion 2014; compliance issues and cognitive levels needed to address them; Metric analysis of the test that was conducted in order to determine the characteristics of questions. Most of the questions in competitions are second cognitive level, while the third cognitive level is poorly represented in competitions.

(pages 97, figures 77, 9 tables, 43 references, original in Croatian language)

Thesis deposited in Central Department of Biology, Rooseveltova trg 6

**Keywords:** high school, competition from biology, psychometric analysis, cognitive levels

**Supervisor:** Dr. Ines Radanović, Assoc. Prof.

**Reviewers:**

**Thesis accepted:**

# 1. UVOD

## 1.1. Natjecanje iz biologije

Biologiju kao nastavni predmet učenici dobivaju u sedmom razredu osnovne škole. Kroz osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje detaljnije upoznaju biologiju kao multidisciplinarnu suvremenu znanost, koja se ne bavi samo poučavanjem bioloških sadržaja i koncepata, već povezuje nastavne sadržaje iz srodnih prirodoslovnih predmeta (BIO2010, 2003). Poučavanjem biologije želi se postići da se kod učenika razvije osjećaj odgovornosti prema okolišu, svom tijelu i zdravlju, želi ih se upoznati sa pojmom održivog razvoja te potaknuti doprinos održivom razvoju. Kroz nastavu biologije, učenici bi trebali steći nova znanja, razviti nove vještine potrebne za rješavanje problema, usvojiti neke nove znanstvene koncepte i vrijednosti, odnosno to je nastavni predmet koji priprema učenika za život i cjeloživotno obrazovanje. U nastavi biologije kombiniraju se srodne teme ostalih prirodoslovnih predmeta jer iskustva iz nastave pokazuju da se srodni sadržaji iz različitih nastavnih predmeta često uče u zasebnom kontekstu te ih učenici slabije primjenjuju van okvira jednog nastavnog predmeta (BIO2010, 2003). Aktivnom nastavom konceptualne osnove učenicima je omogućena primjena različitih disciplinarnih pristupa, mogućnost integriranja znanja te kognitivno napredovanje. Kako bi učenici mogli napredovati potrebno je odrediti teme i sadržaje koje učenik mora upoznati da bi zaista razumio ono najbitnije za taj predmet (MZOŠ, 2010). Jedan od načina dodatnog mjerenja postignuća učenika je natjecanje iz biologije, posebno vezano uz učenike izrazita interesa za biološke teme i potencijalni biološki pomladak. Natjecanje u znanju biologije (HBD, 2014) organizira se na školskoj, županijskoj i državnoj razini. Školsko natjecanje provodi se istovrsnim pisanim zadaćama koje izrađuje Državno povjerenstvo prema Nastavnom planu i programu za osnovnu školu (Zagreb, 2006), odnosno Nastavnom programu za gimnazije (Glasnik Ministarstva prosvjete i športa, 1995) te u skladu s udžbenicima koje je odobrilo Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta za tekuću školsku godinu. Gradivo predviđeno za školsko natjecanje iz biologije svrstano je tematski i trebalo bi biti obrađeno do natjecanja. Županijsko povjerenstvo dostavlja pismene provjere školskome povjerenstvu koje imenuje ravnatelj, koji je po mogućnosti i predsjednik

povjerenstva te je time odgovoran za tajnost pismenih provjera, ispravnu provedbu školskoga natjecanja i vjerodostojnost svih podataka. Ljestvice poretka dostavljaju se najkasnije sutradan predsjedniku županijskoga povjerenstva (HBD, 2014).

Učenici koji sudjeluju na natjecanjima, školskom ili županijskom, su učenici koji su pokazali najviše zanimanja za nastavu biologije, ostvarili su odlične rezultate prilikom ispitivanja sadržaja te se od njih očekuje dobra prolaznost na natjecanjima. Pitanja za pismene provjere na svim razinama natjecanja izrađuje Državno povjerenstvo.

### ***1.2. Mjerenje postignuća i struktura pismenih provjera na školskom i županijskom natjecanju iz biologije za učenike trećeg razreda***

Mjerenje postignuća na natjecanju obavlja se pomoću različitih pismenih provjera, a sastoji se u brojenju reakcija određene vrste – točnih ili netočnih odgovora (Andrilović, Čudina, 1985). Prilikom sastavljanja provjera je, osim građe, potrebno unaprijed odlučiti koji će se obrazovni ciljevi zahvatiti i u kojoj mjeri, inače se može dogoditi da većinom zadataka ispitujemo samo poznavanje pojedinih činjenica i podataka, jer se takvi zadaci najlakše sastavljaju (Andrilović, Čudina, 1985).

Za kvalitetno sastavljanje pismenih provjera potrebno je zahvatiti najmanje tri kategorije ciljeva postignuća prema taksonomskoj klasifikaciji (reproduktivno znanje, razina razumijevanja i primjene, rješavanje problema), pri čemu njihov odnos i unutarnje raščlanjenje ovisi o prirodi predmeta (Andrilović, Čudina, 1985). Povjerenstvo koje sastavlja ispite mora paziti da se zadaci ne temelje samo na poznavanju pojedinih činjenica i podataka, već da se ispit sastoji od nekoliko vrsta zadataka različitih razina zahtjevnosti i kognitivnih razina. Prema Radanović i sur. (2013) najniža razina kognitivnog postignuća učenja (Crooks, 1988; Webb, 2002) temelji se na reprodukciji znanja i literarnom razumijevanju. Upravo ova najniža razina kognitivnog postignuća omogućuje da učenik može prepričati neki sadržaj, no nužno ne dostigne razinu razumijevanja koncepta. Konceptulano razumijevanje kao druga razina kognitivnog postignuća učenja je rezultat ostvarenja konceptualne promjene i osnova je trajnog znanja te uključuje procese apstraktnog mišljenja i generalizacije (Radanović i sur., 2013). Do konceptualnog razumijevanja najčešće dolazi tek u situacijama kad učenici moraju primijeniti stečeno znanje. Konceptualno razumijevanje uključuje procese apstraktnog mišljenja i generalizacije te se zapravo u ovoj razini umrežuje znanje koje postaje trajno. Trećom razinom postignuća od



učenika se očekuje da mogu analizirati pojedini problem, objasniti međusobne odnose, da mogu postaviti hipotezu, pravilno interpretirati rezultate, ponuditi kreativno rješenje problema, da mogu planirati istraživanje te da sami analiziraju dobivene rezultate, da sami argumentiraju svoj istraživački rad ili problem, tj. da se pomoću svog znanja mogu snaći u nepoznatoj situaciji (Radanović i sur., 2013). Na ispitima školskog i županijskog natjecanja 2014. godine mogu se razlikovati pitanja otvorenog i zatvorenog tipa te za njihovo rješavanje učenici moraju imati razvijene određene kognitivne kompetencije poput razumijevanja problema, izdvajanja bitnog od nebitnog, brzog korištenja i skladištenja informacija i pamćenja. Prema preporukama za sastavljanje pisanih provjera (Andrilović, Čudina, 1985) poželjno je zadatke koji mjere isti obrazovni ishod staviti zajedno, u istu grupu zadataka, a te zadatke treba poredati po težini, tj. razini zahtjevnosti, od lakših ka težima.

### **1.2.1. Bodovanje zadataka**

Već prilikom sastavljanja pitanja treba odrediti kako će odgovori biti bodovani, a u ispitima treba biti jasno naznačeno koliko bodova donosi pojedini zadatak. Pri izradi pitanja otvorenog tipa potrebno je razraditi raspodjelu bodova detaljnim ključem za bodovanje (HBD, 2014). Ako neki zadatak sadrži više elemenata koji se mogu ocjenjivati, svaki od tih elemenata treba posebno bodovati.

### **1.2.2. Tipovi zadataka**

Na školskom i županijskom natjecanju 2014. godine pojavljuju se različiti tipovi zadataka čiji je zadatak ispitivanje različitih obrazovnih ciljeva. Pažljivom kombinacijom različitih tipova zadataka, povjerenstvo može dobiti jasnu sliku o znanju učenika koji sudjeluju na natjecanju te ako su dobro usklađeni, lako je ispraviti ispit. Heywood (1977) spominje zadatke esejskog tipa, objektivnog tipa i zadatke koji zahtijevaju rješavanje problema. Pri konstrukciji provjera za natjecanje iz biologije primjenjuju se pitanja zatvorenog i otvorenog tipa. Kod pitanja zatvorenog tipa učenik sam odabire svoj odgovor među ponuđenim odgovorima i u ovu skupinu zadataka spadaju (HBD, 2014):

- zadaci alternativnog izbora
- zadaci višestrukog izbora
- zadaci povezivanja i sređivanja

- zadaci višestrukih kombinacija
- zadaci redanja

Kod pitanja otvorenog tipa učenik sam formulira svoje odgovore i ovdje spadaju zadaci:

- zadaci dosjećanja i dopunjavanja
- zadaci kratkih odgovora
- zadaci produženog odgovora
- zadaci esejskog tipa
- dvoslojni zadaci

Pismene provjere na školskom i županijskom natjecanju sastavljeni su od niza zadataka objektivnog tipa koje čine:

- zadaci alternativnog izbora
- zadaci višestrukog izbora s jednim točnim odgovorom
- zadaci višestrukih kombinacija s više točnih odgovora
- zadaci povezivanja i sređivanja
- zadaci redanja
- zadaci dopunjavanja
- konceptualna tablica
- dvoslojni zadaci (prvi dio zadatka – višestruki izbor, drugi dio zadatka – obrazloženje)

#### **1.2.2.1. Zadaci alternativnog izbora**

Zadaci alternativnog izbora su tzv. da – ne, odnosno, točno – netočno pitanja koja se sastoje od pitanja ili tvrdnje za koju učenik treba odrediti je li istinita ili ne . Ovim pitanjima moguće je testirati niže i više razine kognitivnih procesa, brzo se postavljaju i rješavaju, no glavni nedostatak je taj što postoji 50 % mogućnosti da učenici pogode točan odgovor (Hudelist, 2011).

#### **1.2.2.1.1. Zadaci višestrukog izbora s jednim točnim odgovorom**

Zadaci višestrukog izbora sastoje se od uvodnog dijela, uputa ili dodatnog materijala u obliku teksta, slike, tablice i dr, osnove (pitanja ili nedovršene rečenice) i određenog broja ponuđenih odgovora od kojih je samo jedan točan, a drugi odgovori su ometači. Ovakvim zadacima se može ispitati velika količina sadržaja, brzo se rješavaju, lako se boduju i ispravljaju, mogu se ispitati različite kognitivne razine znanja i različiti obrazovni ishodi, a pogađanje je djelomično reducirano ponudom većeg broja ometača (distraktora). No ovakav tip zadataka nudi ponovno mogućnost pogađanja točnog odgovora ili se do točnog odgovora dolazi metodom isključivanja netočnih odgovora.

#### **1.2.2.1.2. Zadaci povezivanja i sređivanja**

U zadacima povezivanja i sređivanja podaci su podijeljeni u dvije skupine i od učenika se traži da ih smisleno poveže u cjeline po nekom određenom kriteriju kojeg mogu pročitati u uvodnom dijelu zadatke. Ovakvim zadacima korisni su za ispitivanje dijelova sadržaja koji sadrže puno činjenica i podataka jer je u jednom zadatku moguće ispitati više sadržaja. Kako bi se smanjila vjerojatnost pogađanja točnih odgovora potrebno je ponuditi veći broj odgovora i u uputi naglasiti koliko puta svaki odgovor može biti upotrijebljen. Kako učenici ne bi pogađali točne odgovore, u zadatku je potrebno odgovore navesti redoslijedom koji ne će asocirati učenika na točne odgovore.

#### **1.2.2.1.3. Zadaci višestrukih kombinacija**

Zadaci višestrukih kombinacija slični su zadacima višestrukog izbora, no ovdje ima više točnih odgovora, odnosno od učenika se traži da odabere točne odgovore. U uputi (pitanju ili tvrdnji) treba biti jasno naglašeno koliko se traži točnih odgovora. Ovim pitanjima mogu se ispitivati i složeniji procesi, događaji. No učenici na osnovu poznavanja jednog točnog odgovora često mogu zaključiti koji su drugi točni odgovori. Rijetko se ispituju više kognitivne razine znanja.

#### **1.2.2.1.4. Zadaci redanja**

U zadacima redanja, gdje su odgovori ponuđeni, učenik treba određene događaje, procese ili elemente poredati po nekom načelu, najčešće kronološkom. Ovakvi zadaci mogu ispitivati i niže i više kognitivne razine znanja te pogodni su za

ispitivanje procesa, dok je nedostatak u bodovanju jer ako učenik pogriješi samo u jednom odgovoru, cijeli kronološki ili uzročno-posljedični niz će biti netočan.

#### **1.2.2.2. Zadaci kratkih odgovora**

Zadaci kratkih odgovora su pitanja koja se lako sastavljaju i od učenika zahtijevaju da odgovori s kratkim odgovorom: nekoliko riječi, jednostavnom rečenicom, prikazom, formulom i sl. Sama pitanja trebaju biti precizno postavljena kako bi učenik znao što se od njega traži. Odgovor se upisuje na prazne crte koje moraju biti podjednake dužine, kako učeniku ne bi odgonetnuo točan odgovor. Problemi u odgovorima javljaju se zbog nečitkog rukopisa ili zbog nedostatka prirodoslovne pismenosti.

##### **1.2.2.2.1. Zadaci dosjećanja i dopunjavanja**

Učenici u zadacima dopunjavanja trebaju dovršiti rečenicu, izračun, shemu ili crtež upisivanjem elementa koji nedostaje. Ovdje se od učenika očekuje da samostalno odgovori na pitanje, jer odgovori nisu ponuđeni. No nedostatak je zapravo u tome što su ovi zadaci nerijetko niže kognitivne razine znanja i zahtijevaju reprodukciju znanja pa učenici mogu predvidjeti točne odgovore, izvući iz konteksta što nedostaje. I u ovom tipu zadatke može doći do problema prilikom ispravljanja zbog nečitkog rukopisa ili nedostatka prirodoslovne pismenosti. Zadaci dosjećanja često služe za provjeru poznavanja činjenica i u njima se od učenika očekuje da kratkim odgovorom, jednom riječju ili kraćom rečenicom, odgovori na pitanje. Problem se javlja kod bodovanja odgovora koji mogu djelomično biti točni.

##### **1.2.2.2.2. Zadaci produženog odgovora**

U ovoj skupini zadataka pitanja moraju biti precizno postavljena, učenik na pitanje treba odgovoriti složenom rečenicom ili objašnjenjem. Svaki dio učeničkog odgovora može se bodovati. Ovi zadaci zahtijevaju više kognitivne razine znanja. Prilikom bodovanja treba pripaziti na sinonime koji se mogu pojaviti – jer učenik će možda neki process objasniti svojim riječima.

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj ovog istraživanja je usporediti uspješnost učenika 3. razreda srednje škole pri rješavanju zadataka na školskom i županijskom natjecanju iz Biologije. U svrhu ostvarenja osnovnog cilja, istraživanjem se želi analizirati:

1. sadržajna usklađenost pitanja i obrazovnih ishoda Državne mature 2014. godine u svrhu utvrđivanja podržanosti Nastavnog programa u pitanjima za Natjecanje iz biologije za potrebu utvrđivanja uspješnosti učenika u ostvarivanju propisanih ishoda
2. kognitivne kompetencije potrebne za rješavanje pojedinog pitanja
3. pogreške i problemi vezani za pojedina pitanja uz utvrđivanje potencijalnih miskoncepta
4. korelacija uspjeha učenika na školskom i županijskom natjecanju i na kognitivnu razinu riješenih zadataka kao odraz uspješnosti učenika u savladavanju bioloških koncepata.

### 3. METODE I UZORAK

Istraživanje je provedeno prema metodologiji kvalitativne analize pitanja pismene provjere znanja predložene prema Radanović i sur. (2010). Za analizu u ovom diplomskom radu korištene su pismene provjere sa školskog i županijskog natjecanja 5. skupine, koju čine učenici 3. razreda srednje škole. Pitanja provjere za ovu skupinu natjecatelja vezana su uz nastavne sadržaje iz biologije 3. razreda gimnazije (HBD, 2014) i uključuju:

- Školsko natjecanje: Kemijski sastav tijela čovjeka, Krv i krvne stanice, Srce i krvožilni sustav, Dišni sustav, Imunosni sustav, Probavni sustav i nastavni sadržaji prethodnih razreda koji su povezani s navedenim sadržajima.
- Županijsko natjecanje: Sve navedeno za školsko natjecanje i Metabolički sustav, Sustav za izlučivanje, Sustav za kretanje, Endokrini sustav (uvodni dio, žlijezde s vanjskim i unutarnjim izlučivanjem) i nastavni sadržaji prethodnih razreda koji su povezani s navedenim sadržajima.

Školsko natjecanje održano je 14. veljače 2014. u 13 sati, a županijsko natjecanje 14. ožujka 2014. u 10 sati. Vrijeme rješavanja bilo je 90 minuta. Provjere školskog natjecanja iz biologije sastoje se od 21 pitanja i 2 pitanja sa 9 podpitanja, a provjere županijskog natjecanja od 12 pitanja te 7 pitanja sa 25 podpitanja. Zbog potreba detaljne analize i interpretacije rezultata podpitanja su analizirana kao zasebna pitanja tako da na ispitu školskog natjecanja ima 29 zadataka, a na županijskom natjecanju njih 37. Pitanja su podijeljena u nekoliko skupina, ovisno o tipu zadatke. Na školskom natjecanju postoji VI. skupina zadataka, a na županijskom natjecanju postoje samo III. skupine zadataka.

Pitanja školskog natjecanja po skupinama:

- I. skupina pitanja sadrži 8 pitanja, a sastavljena je od zadataka višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom.
- II. skupina pitanja sadrži 6 pitanja sa zadacima višestrukog izbora sa dva točna odgovora.
- III. skupina pitanja sadrži po 2 pitanja, a sastavljena je od zadataka povezivanja i sređivanja.
- IV. skupina pitanja sadrži 2 pitanja, a sastavljena je od zadataka redanja.
- V. skupina sastoji se od 3 zadatka alternativnog izbora.

VI. skupina koja sadrži 2 pitanja i 9 podpitanja različitih tipova zadataka.

Pitanja županijskog natjecanja po skupinama:

I. skupina pitanja sadrži 10 pitanja, a sastavljena je od zadataka višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom.

II. skupina pitanja sadrži 2 pitanja, a sastavljena je od zadataka redanja.

III. skupina pitanja sadrži po 7 pitanja i 25 podpitanja različitih tipova zadataka.

Kao primjer pismenih provjera školskog natjecanja iz biologije analizirane su pisane provjere Natjecanja iz biologije za treći razred gimnazijskog programa provedenog u županiji Grad Zagreb 2014. godine. Na školskom natjecanju provedenom u V. gimnaziji sudjelovala su 183 učenika iz gimnazija i srednjih škola Zagreba, od kojih su se na županijskom natjecanju kao 10% najuspješnijih plasirala 5 učenika i priključili ostalim uspješnim učenicima u znanju. Ukupno je kao 10% najboljih u cijeloj Hrvatskoj sa Županijskog natjecanja Državnom povjerenstvu dostavljeno 85 pismenih provjera najuspješnijih učenika.

Rezultati svake provjere su obrađeni u Microsoft Excel-u (2010). Za formiranje osnovne tablice uneseni su učenički odgovori na svako pojedino pitanje te su im pridodane apsolutne vrijednosti 1 ako je odgovor u potpunosti točan ili 0 ako je odgovor netočan ili djelomično točan. Tijekom obrade i analize razmatrao se postotak potpuno točnih odgovora u pismenim provjerama te je izračunavan indeks težine i diskriminativnosti za svako pitanje u svrhu opisivanja karakteristika pisane provjere (CarNet 2011).

Razine postignuća utvrđene su za svako pitanje u ispitu, a razlikujemo 3 razine (Crooks, 1988):

- razina - reprodukciju i literarno razumijevanje
- razina - konceptualno razumijevanje i primjena
- razina - rješavanje problema

Reprodukcija i literarno razumijevanje podrazumijeva prepoznavanje i dosjećanje činjenica te se od učenika zapravo očekuje prisjećanje činjenica ili sadržaja, a ne neko dublje znanje jer na ovim zadacima učenici ili znaju ili ne znaju odgovor (Radanović i sur., 2013) U drugoj razini se od učenika se očekuje da mogu koristiti slike i grafove te pravilno interpretirati i prikazati podatke koji se na njima nalaze, dok se u trećoj razini postignuća od učenika se očekuje da mogu analizirati pojedini problem (Radanović i sur., 2013)

Uz analizu pitanja biti će sumativno istaknuti uočeni problemi pri svladavanju bioloških koncepata prema metodologiji koju je koristila Lukša (2011), gdje je istaknuto da ako se bilo koji od distraktora pojavljuje jednako u svim klasama učenika, pretpostavlja se da možemo govoriti o postojanju miskoncepcija. Definirano je deset klasa na temelju postotnih vrijednosti uspjeha učenika pri rješavanju cijele provjere, pri čemu su učenici s uspjehom do 10% svrstani u klasu I, a oni s uspjehom od 90% i više uspješnosti su svrstani u klasu X (Tablica 1). Za potrebe ove analize i potvrđivanje uočenih problema za svako je pitanje određen broj učenika koji su pitanje točno riješili u pripadajućoj klasi uspješnosti prema ukupnoj riješenosti svih pitanja. Odstupanje postotnog udjela učenika pojedine klase u odnosu na prosječnu raspodjelu učenika pri rješavanju svih pitanja potvrđuje uočeni problem pri rješavanju pojedinog pitanja.

Tablica 1. Udio učenika prema klasama uspješnosti rješavanja A) školsko natjecanje za 3. razred gimnazije za Zagreb; B) županijsko natjecanje za 3. razred gimnazije

Klasa uspješnosti	Postotak ukupne riješenosti provjere
I.	0 – 10%
II.	11 – 20%
III.	21 – 30%
IV.	31 – 40%
V.	41 – 50%
VI.	51 – 60%
VII.	61 – 70%
VIII.	71 – 80%
IX.	81 – 90%
X.	91 – 100%

Korelativna povezanost uspjeha učenika na školskom i županijskom natjecanju i ukupne uspješnosti rješavanja zadataka, kognitivne razine zadataka, ostvarenost obrazovnih ishoda i uspješnost u savladavanju bioloških koncepata biti će utvrđena korištenjem SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programa za statističku analizu.

Rezultati ovog istraživanja mogu služiti kako bi se uočila važnost pojedinog pitanja u nastavi biologije te kakva je korelacija uspjeha učenika na školskom i županijskom natjecanju s obzirom na kognitivnu razinu riješenih zadataka kao odraz uspješnosti učenika u savladavanju bioloških koncepata.



## 4. REZULTATI

U ovom diplomskom radu korišteni su testovi sa školskog i županijskog natjecanja 5. skupine, u koju spadaju učenici i učenice 3. razreda srednje škole.

### 4.1. Podržanost Nastavnog programa u pitanjima za Natjecanje iz biologije

Za potrebu utvrđivanja uspješnosti učenika u ostvarivanju propisanih ishoda sadržaj svakog pitanja je uspoređen sa obrazovnim ishodima Državne mature 2014. godine. Tijekom školskog natjecanja provjeravano je znanje učenika vezano za 6 ishoda, a na županijskom natjecanju provjeravano je 10 ishoda prema katalogu DM (NCVVO, 2014.). Ishodi koji nisu navedeni u katalogu DM (NCVVO, 2014.) vezani su uz makrokoncept Međuovisnost kojima se ispituje razumijevanje učenika.

Za analizu prema makrokonceptima koje pitanja provjeravaju korišten je konceptni okvir od 6 makrokonceptata prema projektu Kompetencije učenika u nastavi prirode i biologije uz potporu MZOŠ-a Republike Hrvatske (Lukša, Radanović, Garašić, 2013.) uz razlikovanje makrokonceptata: ustrojstvo živih bića, energija, ravnoteža, raznolikost, međuovisnost i razmnožavanje. Na školskom i županijskom natjecanju 2014. godine javljaju se samo makrokoncepti Ustrojstvo živih bića (35/15), Međuovisnost (25/34) i na kraju Ravnoteža (1/10). S 9 pitanja makrokoncept Međuovisnost je ukupno više zastupljen u pitanjima natjecanja u odnosu na makrokoncept Ustrojstvo živih bića te je učestaliji na Županijskom natjecanju. Ostali makrokoncepti nisu bili provjeravani ovim pitanjima.

Tablica 1. Usklađenost pitanja školskog natjecanja prema ishodima kataloga DM (NCVVO, 2014.) i prema makrokonceptima

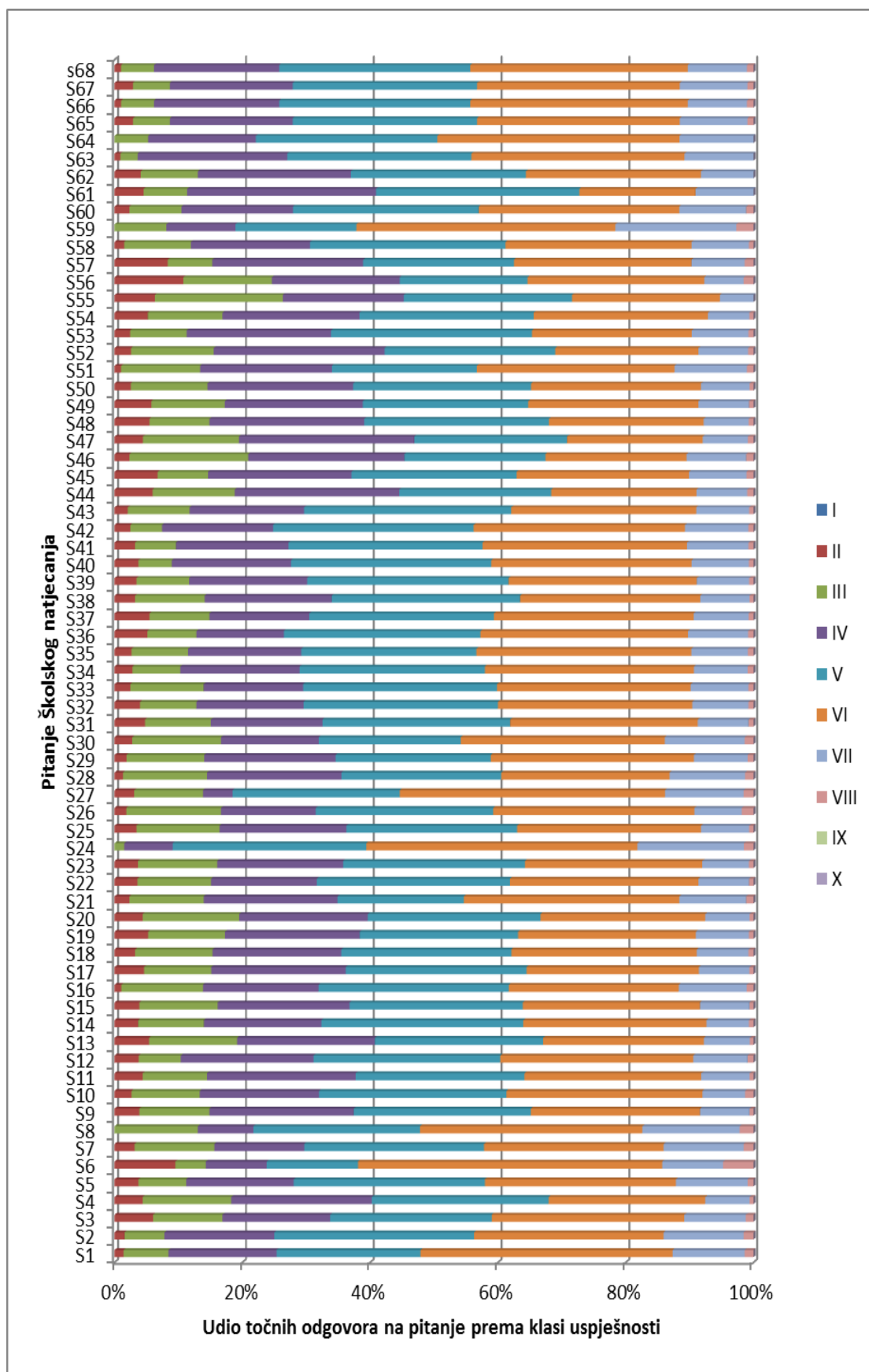
ŠKOLSKO NATJECANJE		
OBRAZOVNI ISHODI	MAKROKONCEPT	BROJ PITANJA
navesti glavneporemećaje i bolesti organa i organskih sustavačovjeka	MEĐUOVISNOST	2
objasniti kemijskisastav tijela čovjekai analizirati ulogu glavnihanorganskihi organskih spojeva	RAVNOTEŽA	1
objasniti sastav tjelesnih tekućina te analizirati sastav i uloge krvi	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	1
objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada imunološkoga sustava	MEĐUOVISNOST	2
objasniti smještaj utijelu, građu, ulogu inačin rada dišnogasustava	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	7
objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnoga sustava	MEĐUOVISNOST	11
objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnoga sustava	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	6
	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	9
	MEĐUOVISNOST	8
	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	12
	MEĐUOVISNOST	2

Tablica 2. Usklađenost pitanja školskog natjecanja prema ishodima kataloga DM (2014.) i prema makrokonceptima

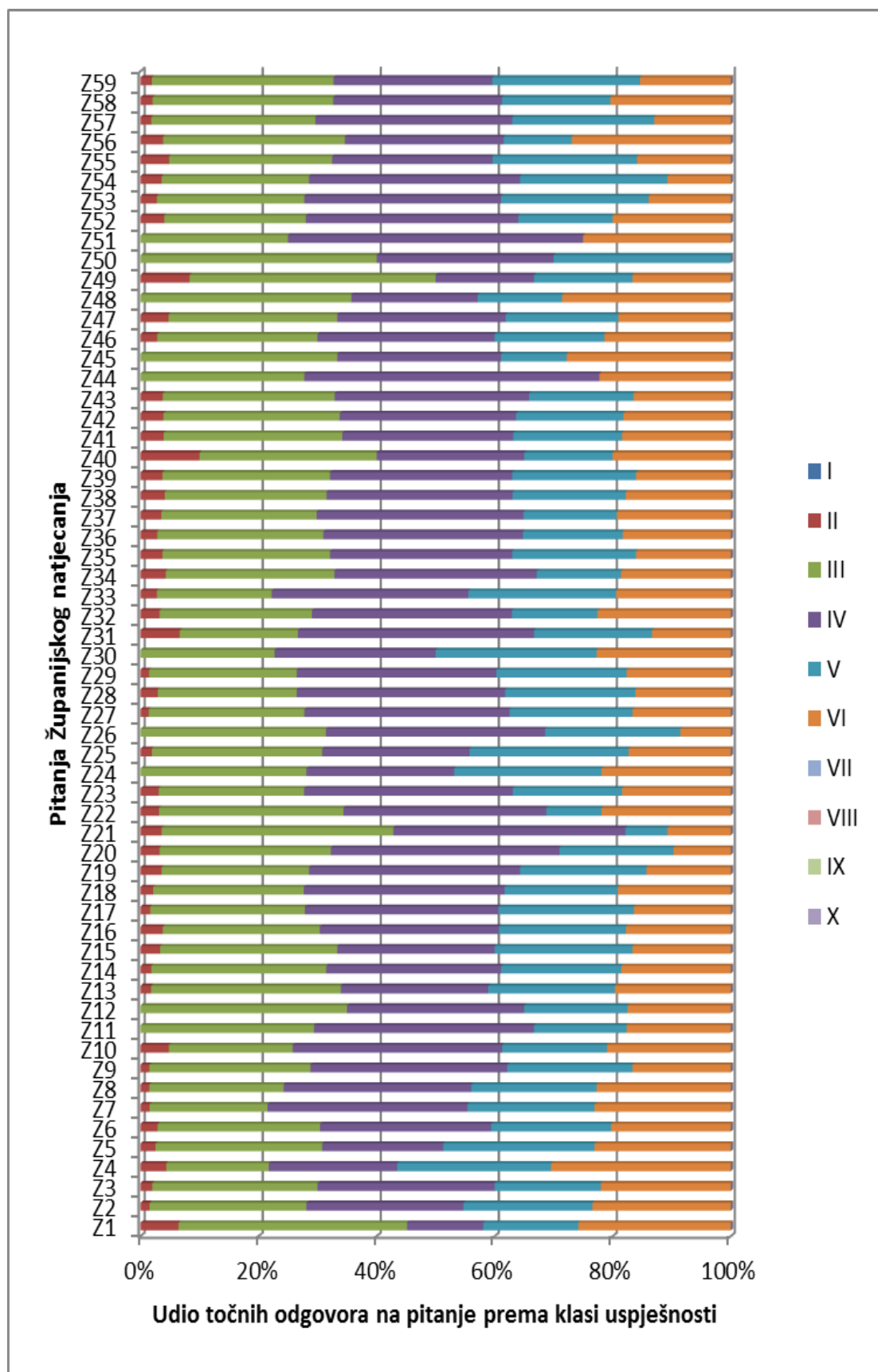
ŽUPANIJSKO NATJECANJE		
OBRAZOVNI ISHODI	MAKROKONCEPT	BROJ PITANJA
navesti glavne poremećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka	MEĐUOVISNOST	7
objasniti kemijski sastav tijela čovjeka i analizirati ulogu glavnih anorganskih i organskih spojeva	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	1
objasniti sastav tjelesnih tekućina te analizirati sastav i uloge krvi	MEĐUOVISNOST	4
objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada dišnoga sustava	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	1
	MEĐUOVISNOST	1
objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnoga sustava	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	1
	MEĐUOVISNOST	6
objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada sustavaorgana za kretanje	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	10
	MEĐUOVISNOST	7
objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada endokrinoga sustava	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	1
	MEĐUOVISNOST	5
objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada metaboličkoga sustava	MEĐUOVISNOST	3
	RAVNOTEŽA	8
objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnoga sustava	USTROJSTVO ŽIVH BIĆA	1
	MEĐUOVISNOST	1
razlikovati prokariotsku od eukariotske stanice te objasniti građu i ulogu glavnih organela i struktura eukariotske stanice (biljne i životinjske)	RAVNOTEŽA	2

Na školskom natjecanju pojavilo se više pitanja koja se razlikuju od drugih, jer su ih učenici ili odlično ili loše riješili. Kao primjer ističe se očigledna iznimku: pitanje pod šifrom S24 – redni broj pitanja je 18. u kojem je trebalo povezati zarazne bolesti sa uzročnicima.

Na županijskom natjecanju nema toliko izrazitih odskakanja od prosječne raspodjele uspješnosti učenika u rješavanju provjera, iako su pitanja zahtjevnija u odnosu na zahtjevnost pitanja školskog natjecanja, osim pitanja pod šifrom Z22 – 13., koje provjerava poznavanje osnova građe metaboličkog sustava.



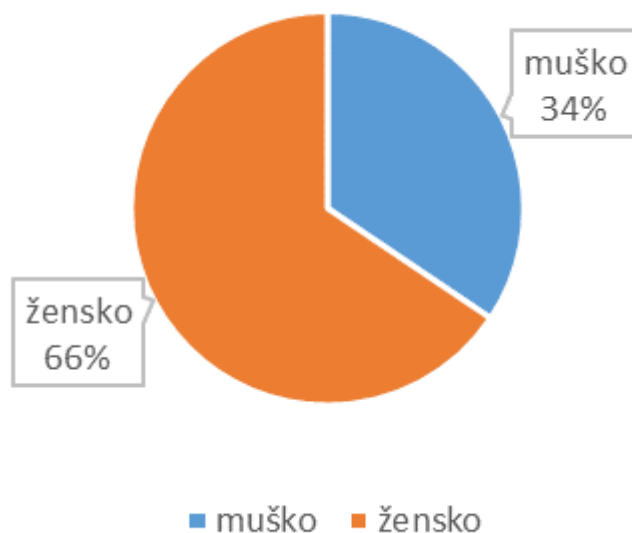
Slika 1. Udio odgovora učenika koji su točno odgovorili na pitanja školskog natjecanja prema klasama uspješnosti



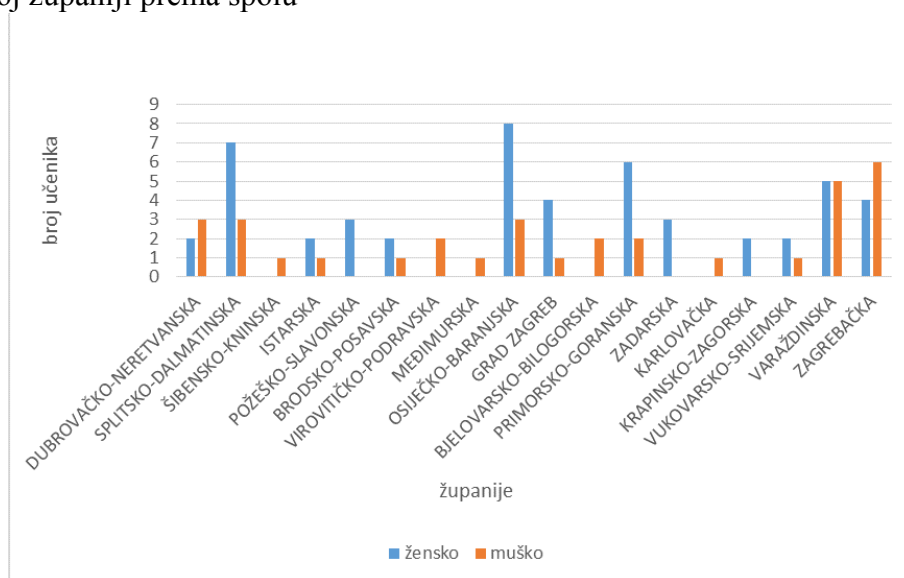
Slika 2. Udio odgovora učenika koji su točno odgovorili na pitanja županijskog natjecanja prema klasama uspješnosti

#### 4.2. Analiza pisanih provjera

Za sudjelovanje na županijskom natjecanju iz biologije kvalificiralo se 85 učenika 3. razreda iz 18 županija. Učenici su na školskom natjecanju postigli bolju uspješnost – postotak najbolje riješenog testa je 88 %, dok je najbolji uspjeh na županijskom natjecanju iznosio 64 %.



Slika 3. Udio učenika koji su sudjelovali na školskom natjecanju 2014. godine u Zagrebačkoj županiji prema spolu



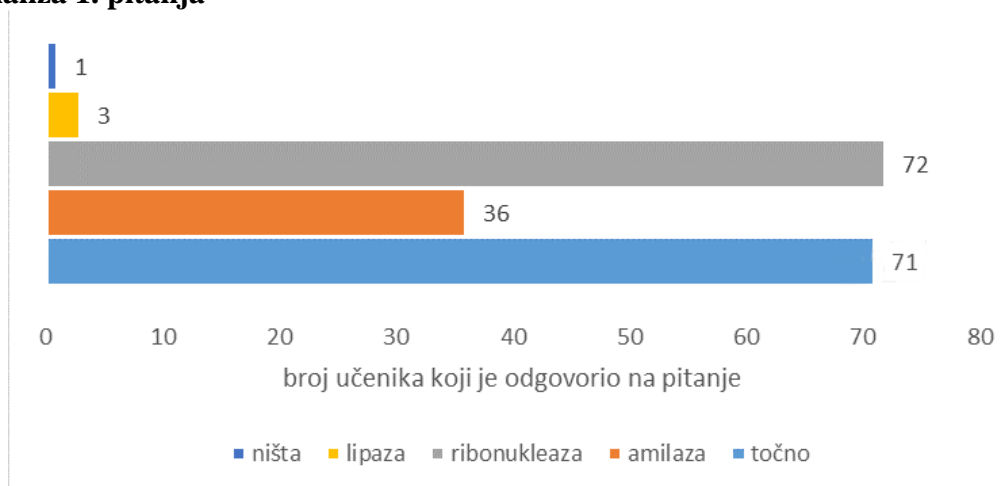
Slika 4. Broj učenika koji su sudjelovali na županijskom natjecanju 2014. godine prema spolu

#### 4.2.1. Analiza pitanja školskog natjecanja

##### I. SKUPINA ZADATAKA

*Uz uputu: Zaokruži slovo isključivo ispred JEDNOG točnog odgovora. Ako je zaokruženo više odgovora, zadatak NE donosi bodove. Broj bodova koji donosi pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka.*

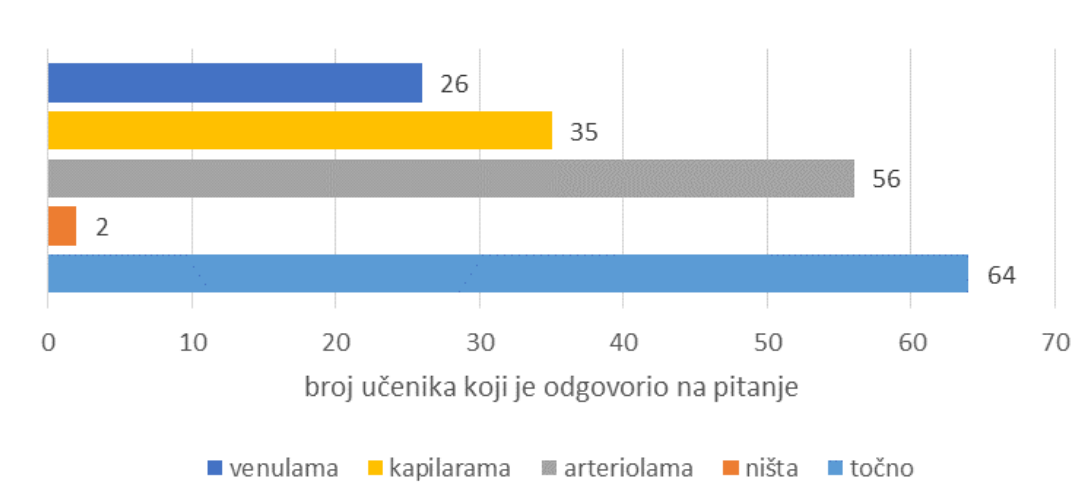
##### Analiza 1. pitanja



Slika 5. Broj učenika koji su odgovorili na 1. pitanje: Koji enzim NIJE sastojak probavnih sokova gušterače?

Pitanje je višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom, osnovne razine zahtjevnosti te ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o probavnom sustavu čovjeka te je povezano sa prvom razinom kognitivnog postignuća; reprodukcijom i literarnim razumijevanjem. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje. Prema prijedlogu makrokonceptata ovo pitanje bavi se Ustrojstvom živih bića. Pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnog sustava te je važno objasniti ulogu jetre i gušterače. U 1. pitanju 3. razreda 38,79 % učenika je točno odgovorilo da laktaza nije sastojak probavnih sokova gušterače, dok je 39,43 % učenika smatralo da ribonukleaza nije sastojak probavnih sokova, 19,67 % učenika je zaokružilo amilazu, 1,63 % odgovorilo je da je to lipaza, dok samo jedan učenik to jest 0,54 % nije odgovorio ništa (Slika 5.). Amilaze, lipaze, proteaze i ribonukleaze su enzimi koje sadrži probavni sok gušterače i služe za pretvorbu škroba u jednostavnije šećere, hidrolizu masti triglicerida, probavu bjelančevina tj. probavu i apsorpciju hranjivih tvari dok se lipaza nalazi u lumenu tankog crijeva čovjeka te ona hidrolizira laktozu na galaktozu i glukozu. Ribonukleaza kao sastojak probavnih sokova se ne spominje toliko kao amilaze i lipaze pa su vjerojatno taj odgovor zaokružili pogađanjem.

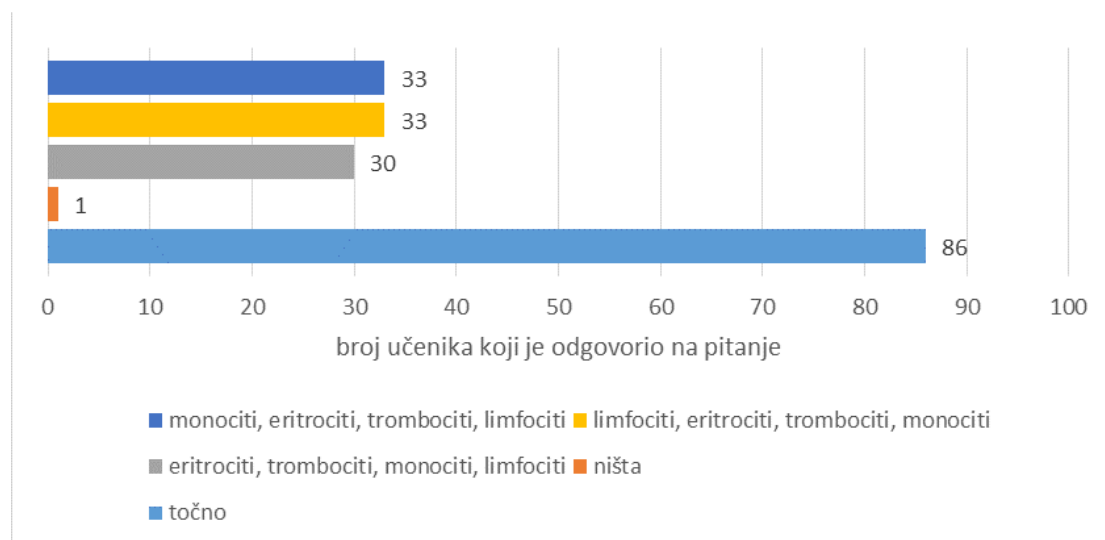
## Analiza 2. pitanja



Slika 6. Broj učenika koji su odgovorili na 2. pitanje: U kojoj je od navedenih struktura tijekom diastole najniži krvni tlak?

Pitanje, osnovne zahtjevnosti, kojim se ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o srcu i krvožilnom sustavu i spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje) te spada u makrokoncept Ustrojstva živih bića. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnog sustava te je za ovaj zadatak nužno razlikovati građu krvnih žila te usporediti tlakove u krvnim žilama. Učenici su relativno loše odgovorili na ovo pitanje sa samo 34,97 % točnih odgovora (Slika 6.) Najčešće odgovori su da je tlak najmanji u: malim krvnim žilama, arteriolama (30,6 %), kapilarama (19,12 %), venulama (14,21 %) (Slika 2). Učenici ne razumiju da je venski tlak mnogo je niži nego arterijski tlak jer vene sadrže manje glatkih mišića nego zidovi arterija, što smanjuje tonus vena i čini ih rastezljivijim te se venski tlak smanjuje kad je smanjen minutni volumen lijeve klijetke. Srce održava niski tlak u desnoj pretklijetki tako što ispumpava svu krv koja do nje dođe.

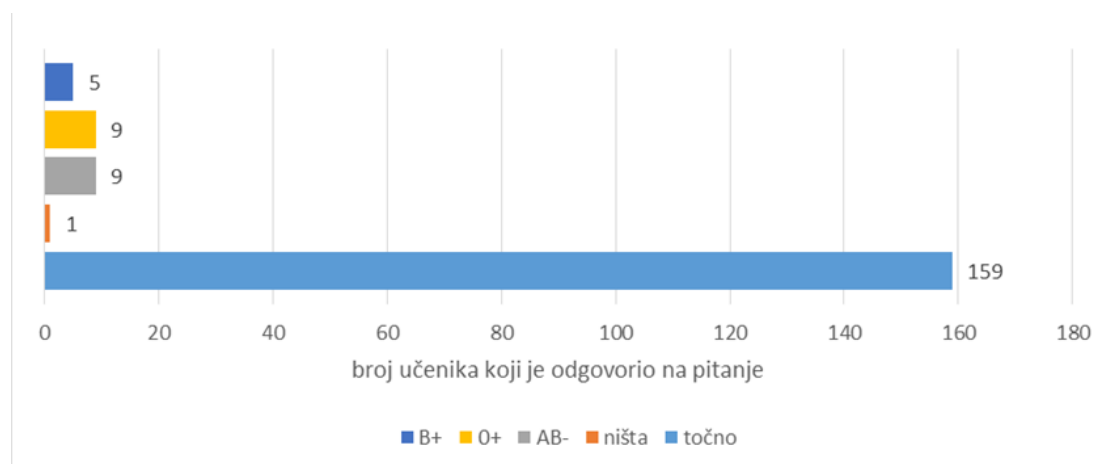
### Analiza 3. pitanja



Slika 7. Broj učenika koji su odgovorili na 3. pitanje: U kojem su primjeru krvna tjelešca pravilno poredana od najmanjih do najvećih?

Pitanje ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o srcu i krvožilnom sustavu i spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje, osnovne zahtjevnosti, možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnog sustava. Manje od polovice učenika točno je odgovorilo na postavljeno pitanje (47 %) (Slika 7.). Najčešći netočni odgovor bio je da su monociti i limfociti najmanje krvne stanice (Slika 7.).

### Analiza 4. pitanja



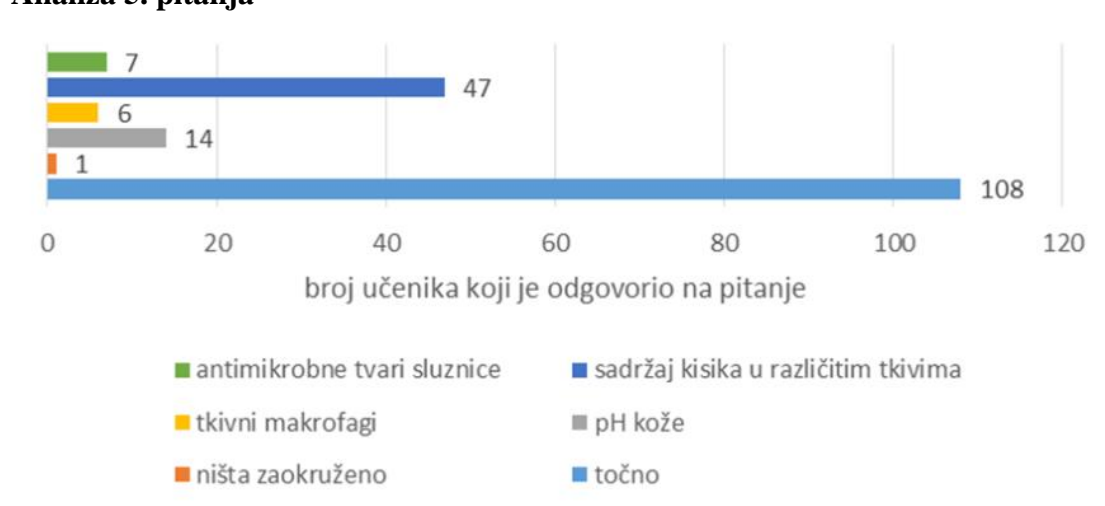
Slika 8. Broj učenika koji su odgovorili na 4. pitanje: Marko ima krvnu grupu B-. Nakon prometne nesreće potrebna mu je transfuzija, ali u bolnici trenutno nemaju krv



njegove krvne grupe. Koju bi od ponuđenih krvnih grupa mogao primiti uz najmanje posljedice po zdravlje?

Pitanje ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o srcu i krvožilnom sustavu i spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje, osnovne zahtjevnosti, možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnog sustava te ja važno objasniti ABO i Rh sustav krvnih grupa. Ovdje je zabilježen visok postotak točnih odgovora, čak 86,88 % učenika je točno odgovorilo na pitanje (Slika 8.). Krvne grupe predstavljaju učenicima zanimljiv dio nastavnog sadržaja te su dosta dobro obrađene.

### Analiza 5. pitanja

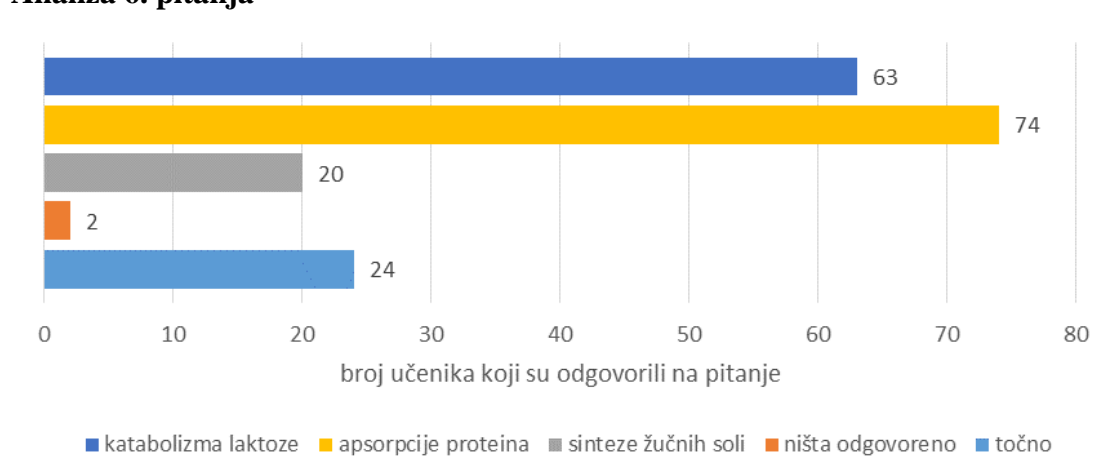


Slika 9. Broj učenika koji su odgovorili na 5. pitanje: Što od navedenog NIJE čimbenik nespecifične imunosti?

Pitanje, osnovne zahtjevnosti, ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o imunološkom sustavu i spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada imunološkog sustava te je važno razlikovati nespecifični i specifični imunitet. Pitanje ima više od polovice točnih odgovora, 59,01 % učenika je točno odgovorilo na pitanje (Slika 9.). Njih 25,68 % odgovorilo je kako sadržaj kisika u

različitim tkivima nije čimbenik specifične imunosti (Slika 9.). Učenici ne pokazuju sigurnost u poznavanju procesa kojim B-limfociti u kontaktu s antigenima stvaraju antitijela tj. imunoglobine.

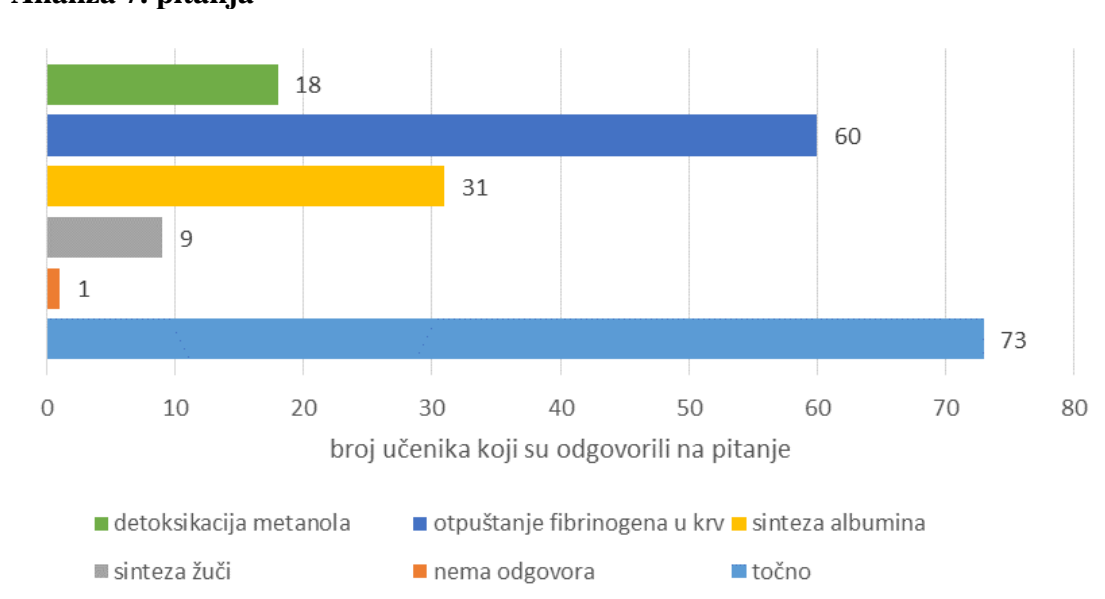
#### Analiza 6. pitanja



Slika 10. Broj učenika koji su odgovorili na 6. pitanje: Visoka doza antibiotika može uništiti i tzv. dobru mikrofloru debelog crijeva, što posredno utječe na proces?

Pitanje ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o probavnom sustavu i spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje, srednje zahtjevnosti, možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnog sustava, a za njegovo rješavanje ključno je usporediti ulogu tankog i debelog crijeva. Samo 13,11 % učenika je točno odgovorilo na pitanje, njih čak 40,43 % odgovorilo je kako visoka doza antibiotika posredno utječe na apsorpciju proteina, dok je 34,42 % učenika zaokružilo kako će antibiotici utjecati na katabolizam laktoze (Slika 10). Prilikom korištenja antibiotika, može se uništiti mikroflora na sluznici debelog crijeva što može dovesti do oštećenja sluznice debelog crijeva, unutarnjeg krvarenja, hemeroida ili čak utjecati na razvoj raka debelog crijeva. Crijevana mikroflora vrlo je važna za naš imunološki sustav, održava funkciju crijeвне sluznice, štiti od alergena te pomaže u prevenciji od pričvršćivanja patogenih mikroorganizama.

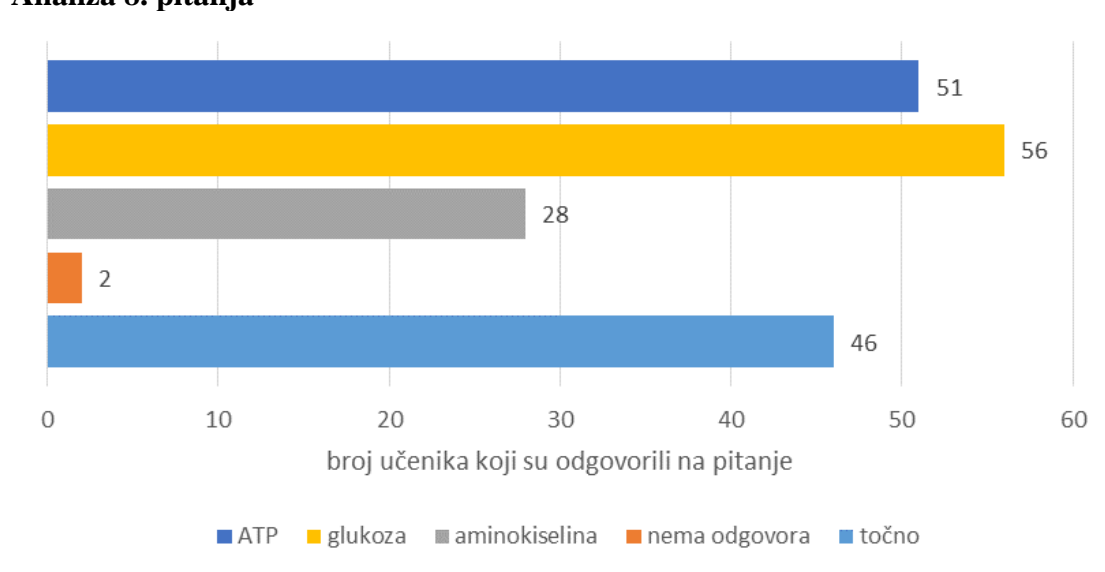
### Analiza 7. pitanja



Slika 11. Broj učenika koji su odgovorili na 7. pitanje: Što od navedenog NIJE jedna od uloga jetre?

Pitanje ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o probavnom sustavu i spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnog sustava te je za njegovo rješavanje važno objasniti ulogu gušterače i jetre u probavi hrane. 39,89 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje (osnovne zahtjevnosti), njih čak 32,78 % odgovorilo je kako otpuštanje fibrinogena u krv nije uloga jetre, dok je 16,93 % učenika zaokružilo sinteza albumina nije uloga jetre (Slika 11.). Visok postotak netočnih odgovora može se smanjiti dodatnim naporom nastavnika za boljom obradom nastavne cjeline. Jetra je organ sa središnjom ulogom u metabolizmu, probavi, detoksikaciji i eliminaciji tvari iz organizma. Njezine osnovne uloge su: katabolizam i anabolizam tvari, sinteza skoro svih proteina, regulacija koncentracije glukoze u krvnoj plazmi, metabolizam lipida - sinteza triglicerida, kolesterola, lipoproteina, sinteza žučnih kiselina, katabolizam hormona itd.

### Analiza 8. pitanja



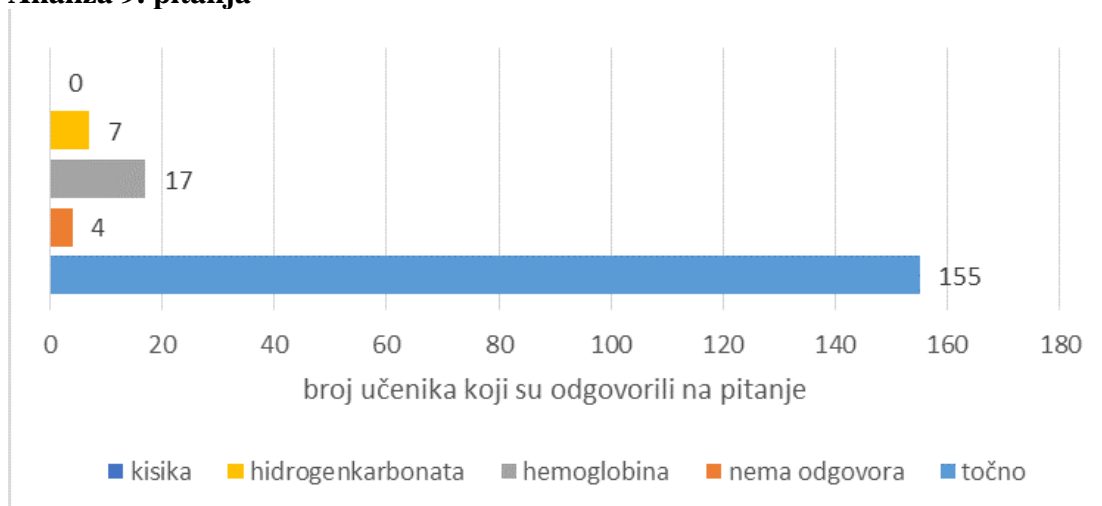
Slika 12. Broj učenika koji su odgovorili na 8. pitanje: Koja će od navedenih tvari najlakše prolaziti iz međustaničnog u unutarstanični prostor?

Pitanje ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o kemijskom sastavu tijela čovjeka i održavanju homeostaze i spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Ravnoteža. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti kemijski sastav tijela čovjeka i analizirati ulogu glavnih anorganskih i organskih spojeva te je za njegovo rješavanje nužno objasniti važnost održavanja osmotske ravnoteže u organizmu te poznavati kemijski sastav tijela čovjeka. Samo 25,13 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje, osnovne zahtjevnosti, dok je 30,60 % njih odgovorilo kako će glukoza najlakše prolaziti iz međustaničnog u unutarstanični prostor (Slika 12.). 27,86 % učenika zaokružilo je ATP, a 15,3 % njih zaokružilo je aminokiseline. Zabrinjavajuć je postotak učenika koji su zaokružili netočne odgovore – vjerojatno je došlo do "pogađanja" odgovora te bi nastavnici trebali posvetiti više pažnje ovom nastavnom sadržaju, jer pasivnim prijenosom tvari tj. jednostavnom difuzijom male ili nepolarne molekule lako prolaze kroz membranu, kao što su alkoholi – etanol.

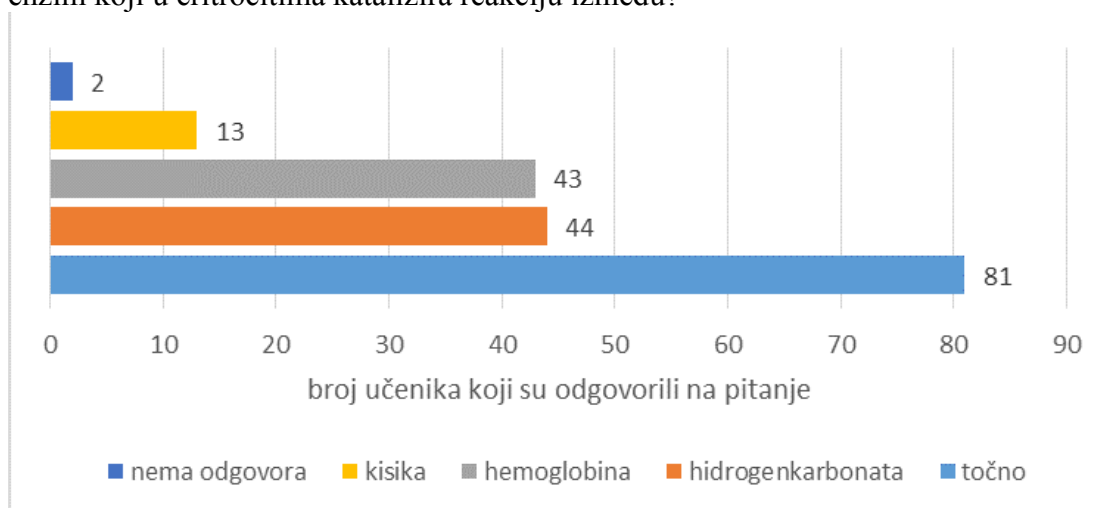
## II. SKUPINA ZADATAKA

*Uz uputu: Zaokruži slova isključivo ispred DVA točna odgovora. Točno zaokružena dva odgovora donose sveukupno dva boda, a točno zaokružen samo jedan odgovor donosi 1 bod. Ako je zaokruženo više od dva odgovora, zadatak NE donosi bodove.*

## Analiza 9. pitanja



Slika 13.1. Distribucija učenika koji su odgovorili na 9.1. pitanje: Karboanhidraza je enzim koji u eritrocitima katalizira reakciju između?

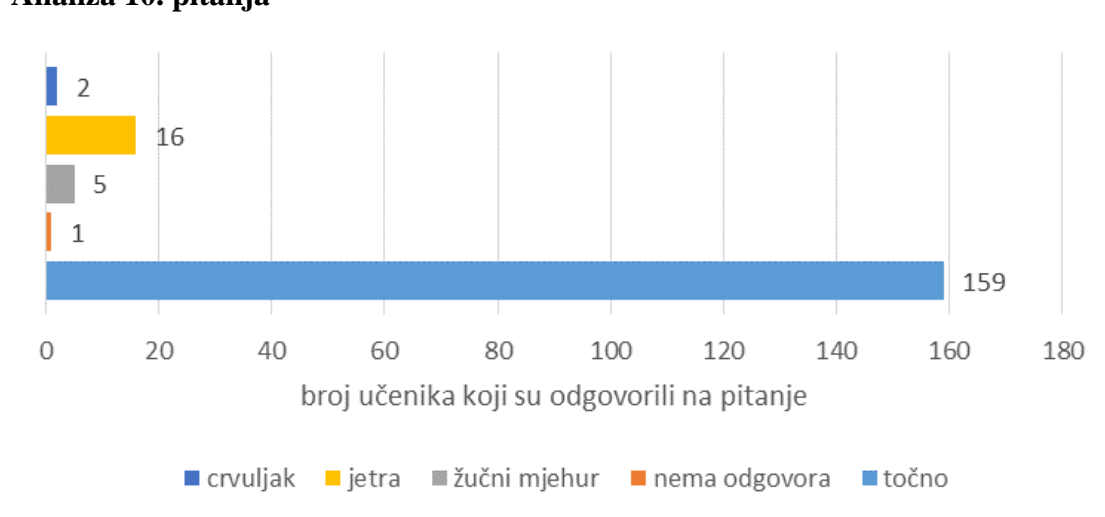


Slika 13.2. Distribucija učenika koji su odgovorili na 9.2. pitanje: Karboanhidraza je enzim koji u eritrocitima katalizira reakciju između?

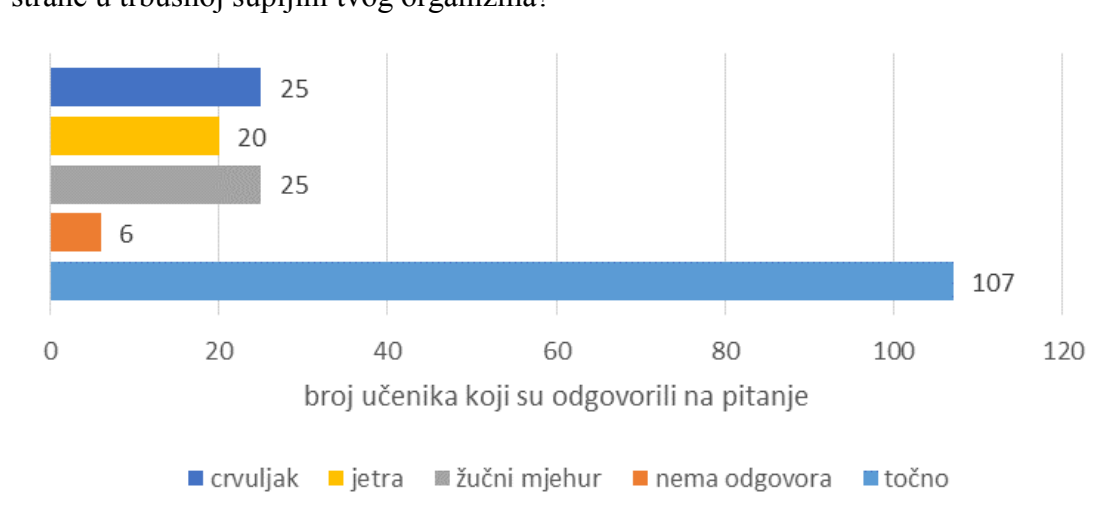
Pitanje ispituje znanje iz nastavne cjeline o sastavu i ulozi krvi i spada u zadatke višestrukih kombinacija sa dva točna odgovora idruge kognitivne razine (primjena i konceptualno razumijevanje) i spada u pitanje srednje zahtjevnosti. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 ili primjena te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti sastav tjelesnih tekućina te analizirati sastav i uloge krvi te je za njegovo rješavanje nužno navesti osnovne sastojke krvi i njihove uloge. U prvom dijelu ovog pitanja 84,69 % učenika je točno odgovorilo na pitanje, da je  $\text{CO}_2$  jedan od reaktanata (Slika 13.1.). Visok postotak uspješnosti ukazuje na dobru razradu koncepta tijekom obrade nastavnog sadržaja. No u drugom dijelu pitanja samo 44,26 % učenika je odgovorilo kako je voda

drugi reaktant (Slika 14.2.). 24,04 % učenika je zaokružilo hidrogenkarbonat, a 23,49 % njih da je točan odgovor hemoglobin (Slika 13.2.). Prvi odgovor je većina učenika točno odgovorila ili povezala naziv karboanhidraze sa ugljičnim dioksidom, no na slijedećem dogovoru je došlo do problema jer većina njih nije mogla odgonetnuti drugi reaktant, tj. vodu. Karboanhidraza je enzim koji u eritrocitima ubrzava pretvorbu otopljenog ugljičnog dioksida u ugljičnu kiselinu koja disocira na bikarbonatni ion i vodikov ion.

### Analiza 10. pitanja



Slika 14.1. Broj učenika koji su odgovorili na 10.1. pitanje: Što je smješteno s lijeve strane u trbušnoj šupljini tvog organizma?

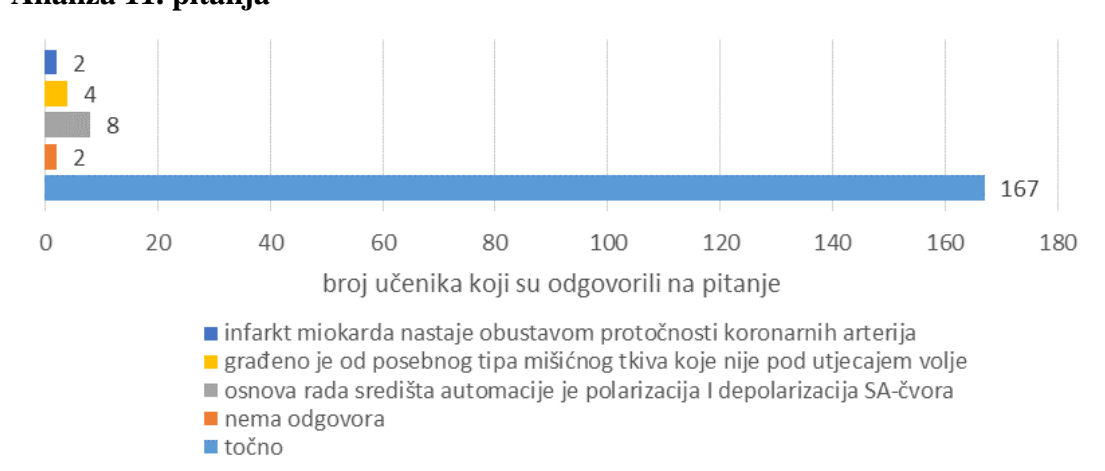


Slika 14.2. Broj učenika koji su odgovorili na 10.2. pitanje: Što je smješteno s lijeve strane u trbušnoj šupljini tvog organizma?

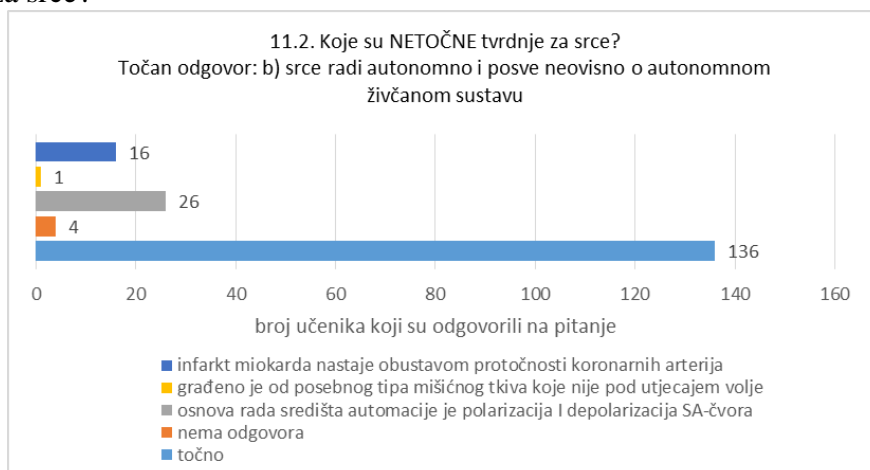
Pitanje ispituje znanje iz nastavne cjeline o tijelu čovjeka i spada u zadatke višestrukih kombinacija sa dva točna odgovora i druge kognitivne razine (primjena i konceptualno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 ili primjena te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija

organizma. Ovo pitanje, osnovne zahtjevnosti, možemo povezati sa ishodima državne mature 2014. godine – odrediti smještaj pojedinih organa u tijelu te je za njegovo rješavanje nužno poznavati građu ljudskog tijela. Na prvom i drugom dijelu ovog pitanja učenici su postigli dobar uspjeh – u prvom dijelu pitanja 86,88 % učenika je točno odgovorilo da se slezena nalazi na lijevoj strani trbušne šupljine (Slika 14.1.), dok je 58,46 % učenika točno zaokružio želudac (Slika 14.2.). Na drugom dijelu pitanja 13,66 % učenika je zaokružilo crvuljak i isto toliko učenika žučni mjehur, dok je njih 10,92 % zaokružilo jetru (Slika 14.2.).

### Analiza 11. pitanja



Slika 15.1. Broj učenika koji su odgovorili na 11.1. pitanje: Koje su NETOČNE tvrdnje za srce?

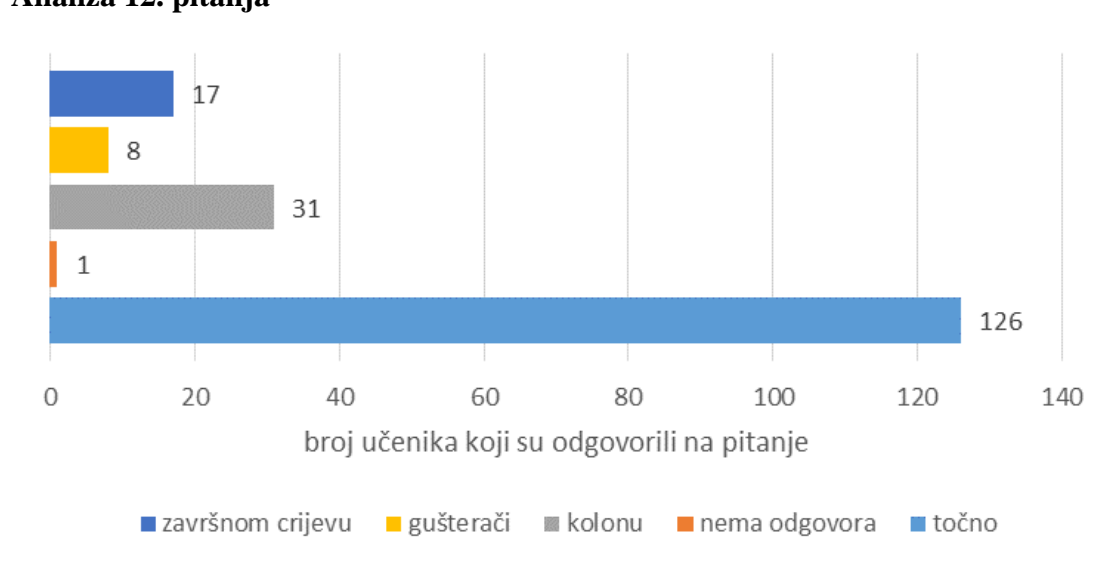


Slika 15.2. Broj učenika koji su odgovorili na 11.2. pitanje: Koje su NETOČNE tvrdnje za srce?

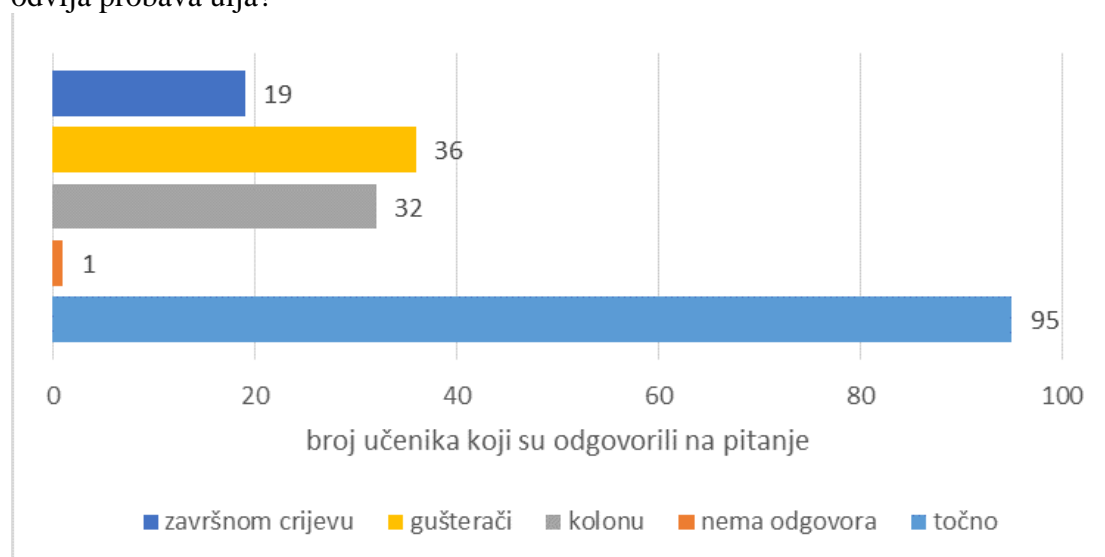
Pitanje (srednje zahtjevnosti) ispituje znanje iz nastavne cjeline o srčanožilnom sustavu i spada u zadatke višestrukih kombinacija sa dva točna odgovora i druge kognitivne razine (primjena i konceptualno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 ili primjena te se njime ispituje

makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno povezati osnovnu građu srca s ulogom. Učenici su s lakoćom odgovorili na ovo pitanje. U prvom dijelu pitanja 91,25 % učenika je točno odgovorilo (Slika 16.1.), dok je u drugom dijelu pitanja 74,31 % učenika odgovorilo točno (Slika 16.2.). Visok postotak uspješnosti ukazuje na dobru razradu koncepta tijekom obrade nastavnog sadržaja o osjetilima.

### Analiza 12. pitanja



Slika 16.1. Broj učenika koji su odgovorili na 12.1. pitanje: U kojim se dijelovima odvija probava ulja?

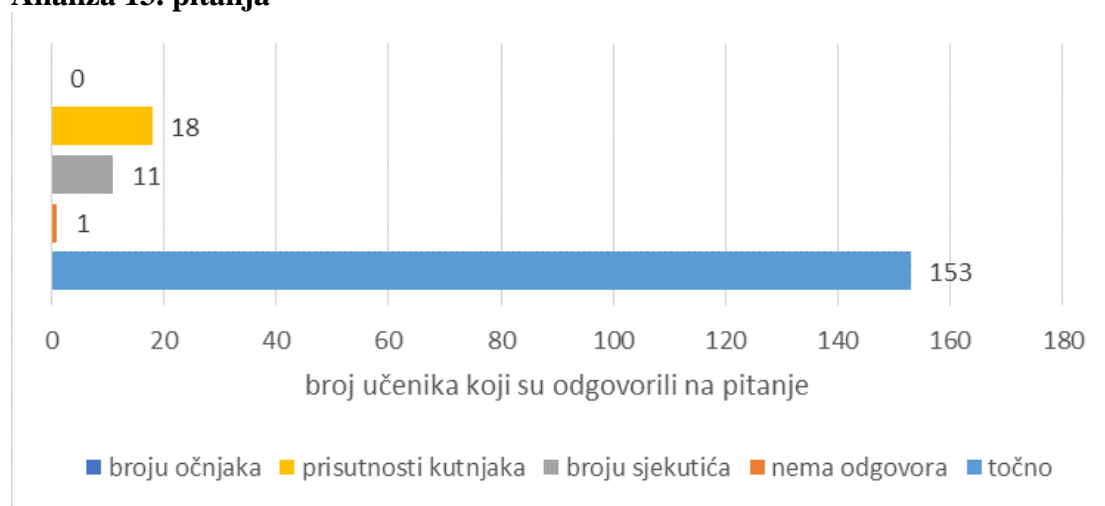


Slika 16.2. Broj učenika koji su odgovorili na 12.2. pitanje: U kojim se dijelovima odvija probava ulja?



Pitanje ispituje znanje iz nastavne cjeline o probavnom sustavu i spada u zadatke višestrukih kombinacija sa dva točna odgovora i druge kognitivne razine (primjena i konceptualno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 ili primjena te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje srednje zahtjevnosti možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno povezati građu organa za probavu s njihovom ulogom. U prvom dijelu je više od polovice učenika odgovorilo točno, da se u duodenumu odvija probava ulja 68,85 % (Slika 16.1.). U drugom dijelu pitanja (Slika 16.2.) skoro polovica 51,91% učenika je točno odgovorilo želudac, ali je njih 19,67 % odgovorilo gušterača i 17,48 % kolon.

### Analiza 13. pitanja



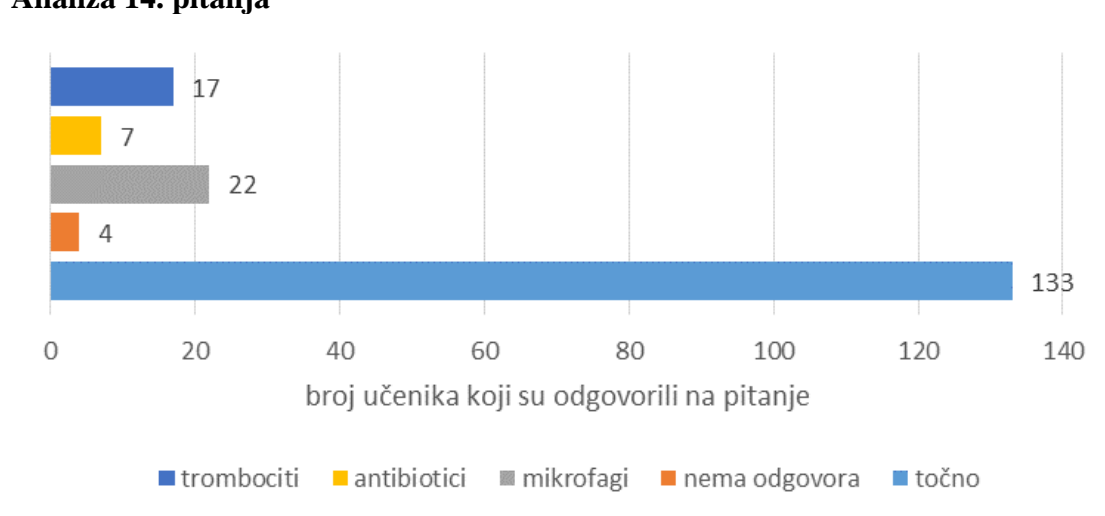
Slika 17.1. Broj učenika koji su odgovorili na 13.1. pitanje: Po kojim se obilježjima razlikuje uobičajeno mliječno od uobičajenog trajnog zubala čovjeka?



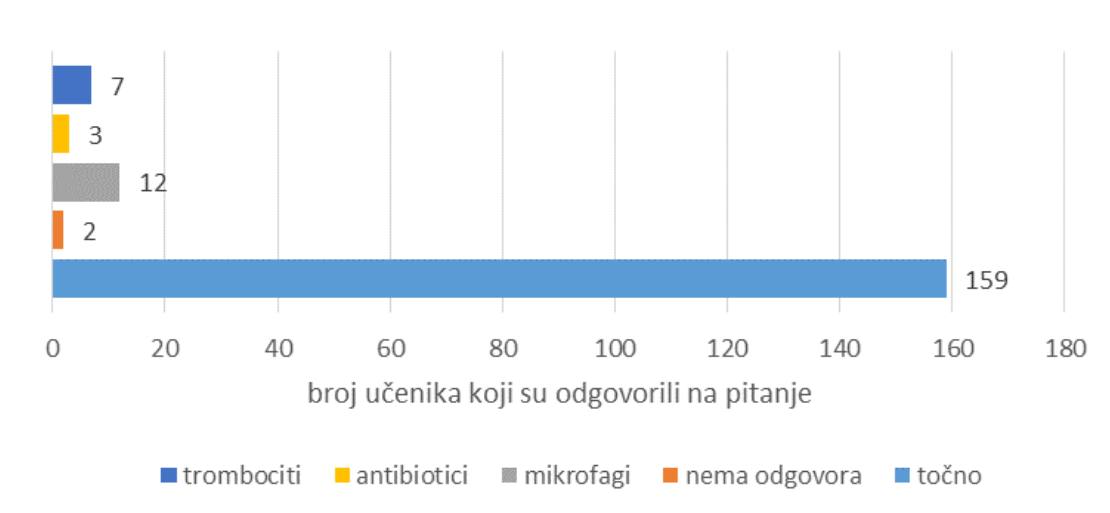
Slika 17.2. Broj učenika koji su odgovorili na 13.2. pitanje: Po kojim se obilježjima razlikuje uobičajeno mliječno od uobičajenog trajnog zubala čovjeka?

Pitanje osnovne zahtjevnosti ispituje znanje iz nastavne cjeline o probavnom sustavu i spada u zadatke višestrukih kombinacija sa dva točna odgovora i druge kognitivne razine (primjena i konceptualno razumijevanje). Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 ili primjena te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno povezati građu organa za probavu s njihovom ulogom, ali i poznavati građu zuba, tj. usporediti mliječno i trajno zubalo čovjeka. Na ovom pitanju je visok postotak točnih odgovora, u prvom dijelu 83,60 % učenika je zaokružilo broj kutnjaka (Slika 17.1.), a u drugom dijelu je 67,76 % učenika zaokružili odsutnost pretkutnjaka (Slika 17.2.). Ovo pitanje učenici mogu povezati sa stvarnim životom, to jest znaju koliko i koju vrstu zuba imaju. Kao dokaz tome visok postotak uspješnosti ukazuje na dobru razradu koncepta tijekom obrade nastavnog sadržaja.

#### Analiza 14. pitanja



Slika 18.1. Broj učenika koji su odgovorili na 14.1. pitanje: Koji su glavni čimbenici uključeni u transplatacijsku reakciju?



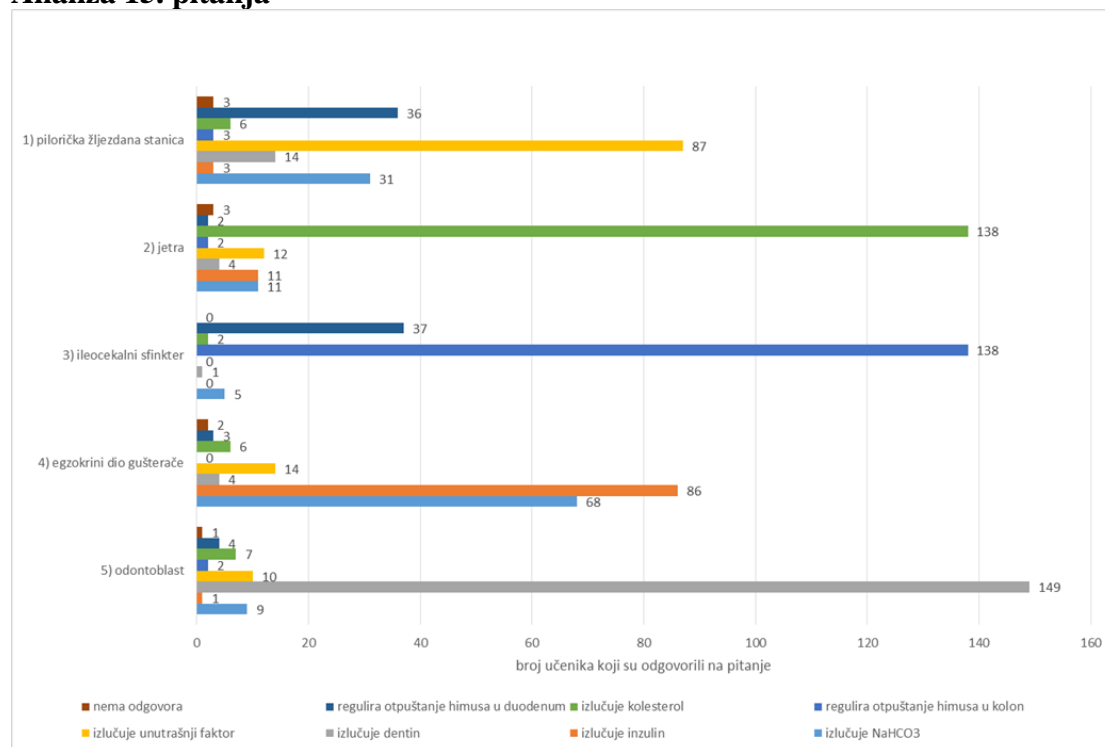
Slika 18.2. Broj učenika koji su odgovorili na 14.2. pitanje: Koji su glavni čimbenici uključeni u transplatacijsku reakciju?

Učenici su s lakoćom odgovorili na ovo pitanje osnovne zahtjevnosti i to u dosta visokim postocima. Pitanje ispituje znanje iz nastavne cjeline o srčanožilnom i imunološkom sustavu i spada u zadatke višestrukih kombinacija sa dva točna odgovora i druge kognitivne razine (primjena i konceptualno razumijevanje). Dubina znanja, prema Webbu, za ovaj zadatak je DOK2 ili primjena te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – navesti glavne poremećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka te je za njegovo rješavanje bitno prepoznati važnost transplantacije i doniranja organa. Isok postotak točnih odgovora. U prvom dijelu pitanja 72,67 % učenika je točno odgovorilo da su T-limfociti jedan od glavnih čimbenika uključenih u transplantacijsku reakciju (Slika 18.1.), dok je u drugom dijelu pitanja 86,88 % učenika odgovorilo točno i zaokružilo tkivne antigene (Slika 18.2.). Ovakve nastavne sadržaje, učenici brzo savladavaju jer imaju veze sa stvarnim životom.

### III.SKUPINA ZADATAKA

*Uz uputu: Poveži pojmove lijevog i desnog stupca tako da na praznu crtu ispred pojmova u desnom stupcu upišeš samo JEDAN odgovarajući broj iz lijevog stupca. Preostali odgovori u desnom stupcu su SUVIŠNI.*

## Analiza 15. pitanja

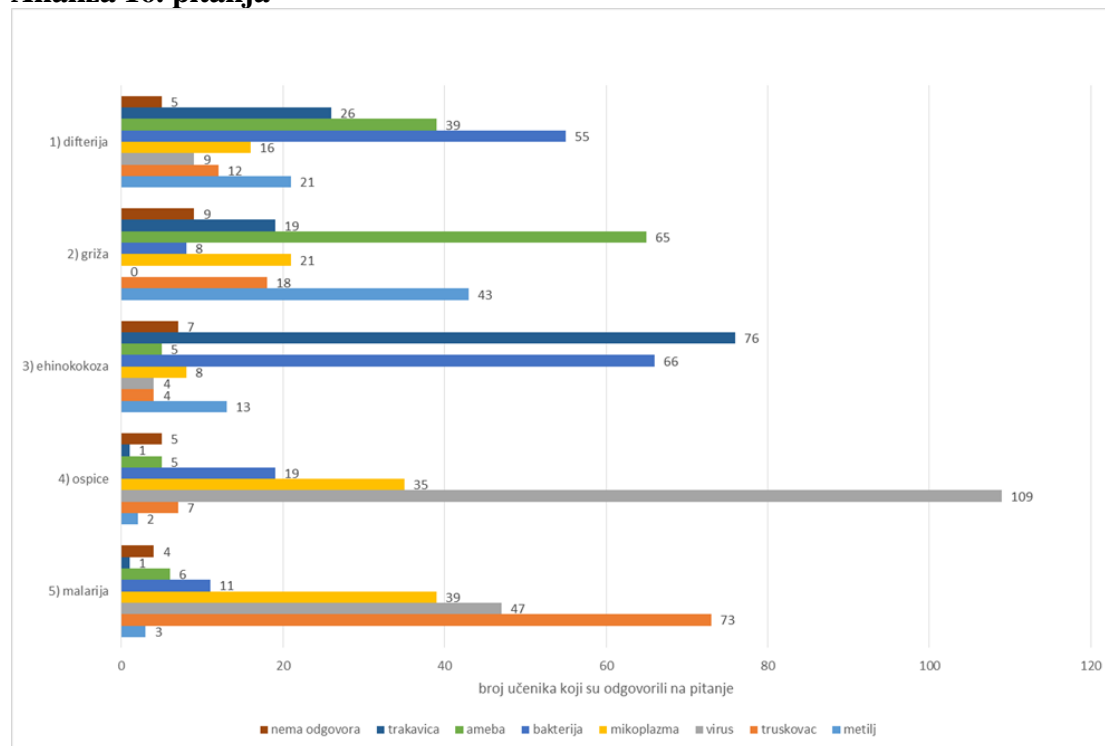


Slika 19. Broj učenika koji su odgovorili na 15. pitanje: Probavnoj strukturi s lijeve strane pridruži biološku s desne strane upisivanjem odgovarajućeg broja na praznu crtu ispred.

Pitanje srednje zahtjevnosti ispituje reproduktivno znanje iz nastavne cjeline o probavnom sustavu te je postignut velik postotak točnih odgovora. Spada u zadatke povezivanja i sređivanja, prve kognitivne razine ili reprodukcije i literarnog razumijevanja. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada probavnoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno povezati građu organa za probavu s njihovom ulogom, ali i objasniti ulogu jetre no sadržaj povezan sa probavnim hormonima nije se ispitivao na državnoj maturi 2014. U prvom dijelu zadatka, broj 1. kod piloričke žljezdane stanice 47,54 % učenika je odgovorilo točno, 19,67 % učenika povezalo je piloričku žljezdanu stanicu sa regulacijom otpuštanja himusa u duodenum i njih 16,93 % povezalo ju je sa izlučivanjem dentina (Slika 19.). Jetru, pod brojem 2., je veći broj učenika 75,4 %, povezao sa ulogom otpuštanja kolesterola. U trećem dijelu zadatka ili pod brojem 3. ileocekalni sfinkter većina učenika 75,4 % je točno odgovorio, dok je nekoliko njih povezalo broj 3. sa funkcijom otpuštanja himusa u duodenum (Slika 19.). Više

netočnih pojavilo se kod broja 4. ili egzokrinog dijela gušterače kojeg je 46,7% učenika povezal sa izlučivanjem inzulina, a samo 37,2 % učenika je točno odgovorilo da on izlučuje  $\text{NaHCO}_3$  (Slika 19.). Na broju 5. nalazi se odontoblast i na ovom dijelu zadatka učenici su postigli najboljki rezultati, njih 81,42 % je točno odgovorilo (Slika 19.). Zadatak je dobro postavljen.

### Analiza 16. pitanja



Slika 20. Broj učenika koji su odgovorili na 16. pitanje: Bolestima s lijeve strane pridruži skupinu kojoj uzročnik pripada s desne strane upisivanjem odgovarajućeg broja na praznu crtu ispred.

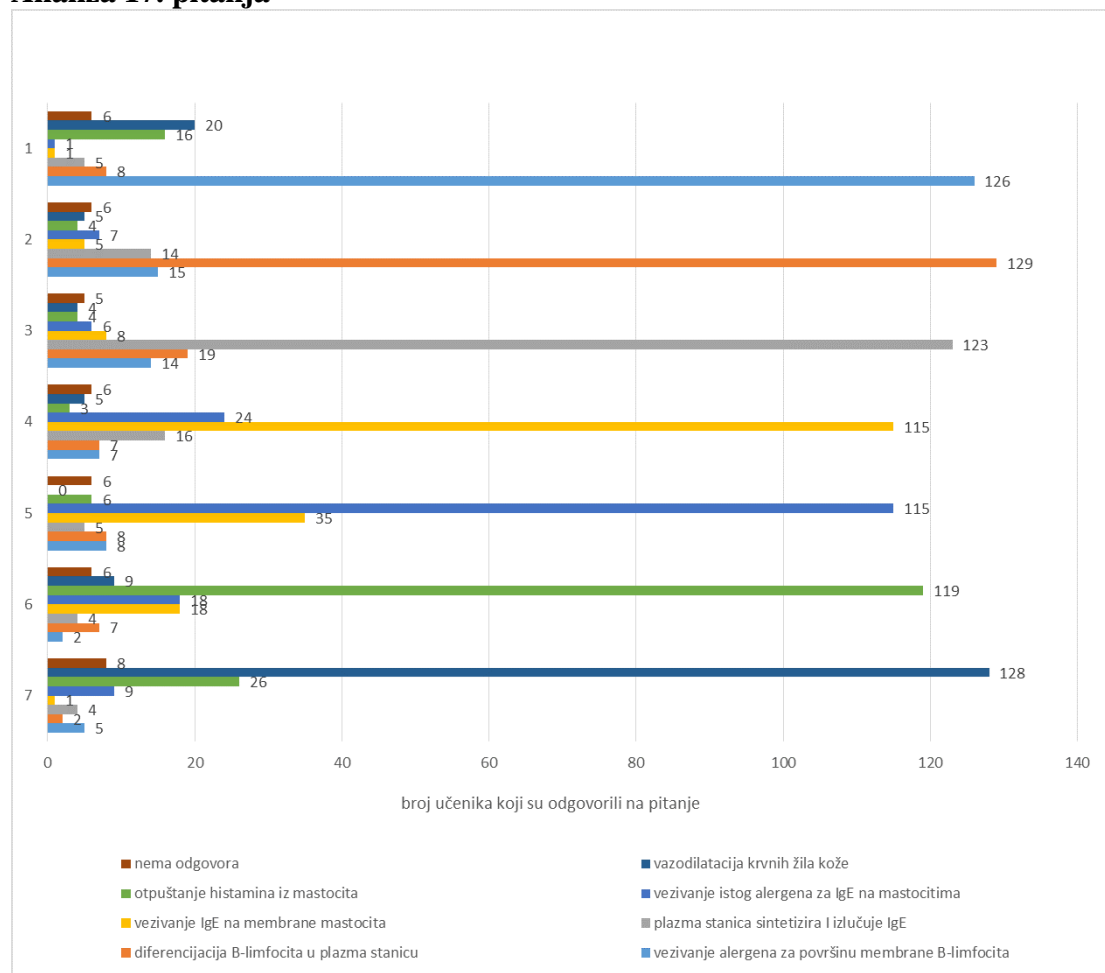
Pitanje srednje zahtjevnosti koje ispituje reproduktivno znanje i učenici ga nisu najbolje riješili. Spada u zadatke povezivanja i sređivanja, prve kognitivne razine ili reprodukcije i literarnog razumijevanja. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje ne možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine jer se takav sadržaj ne nalazi u ispitnom katalogu DM 2014.godine. Za rješavanje ovog zadatka potrebno je poznavati koji uzročnik uzrokuje određenu bolest. U prvom dijelu zadatka, broj 1. kod difterije 30,05 % učenika je odgovorilo točno, bakterija; 21,31 % učenika povezal je difteriju sa amebom; 14,20 % povezal ju je s trakavicom (Slika 20.). Pod brojem 2.,manje od polovice učenika 35,52 %, povezal je točno grižu sa amebom; 23,49 % učenika povezal je grižu sa

metiljem, a njih 11,47 % povezalo ju je sa mikoplazmom (Slika 20.). U trećem dijelu zadatka ili pod brojem 3. ehinokoku je 41,53 % učenika točno povezalo s trakavicom, dok ih je 36,05 % ehinokoku povezalo s bakterijom (Slika 20.). Više točnih odgovora pojavilo se kod broja 4. ili ospica, koje je 59,56 % učenika povezalo sa virusom (Slika 20.). Na broju 5. kod malarije, ponovno se javlja velik broj netočnih odgovora; od toga da je uzrokuje virus 25,68 %, mikoplazma 21,31 % ili bakterija 6 % (Slika 20.). Zadatak je dobro postavljen, no rezultati su lošiji jer se ovom dijelu nastavnog sadržaja ne pridodaje tolika pažnja u trećem razredu srednje škole.

#### IV.SKUPINA ZADATAKA

*Uz uputu: Navedene događaje poredaj točnim redoslijedom tako da na prazne crte upišeš odgovarajuće brojeve počevši s 1. Na pojedinu crtu treba upisati SAMO jedan broj.*

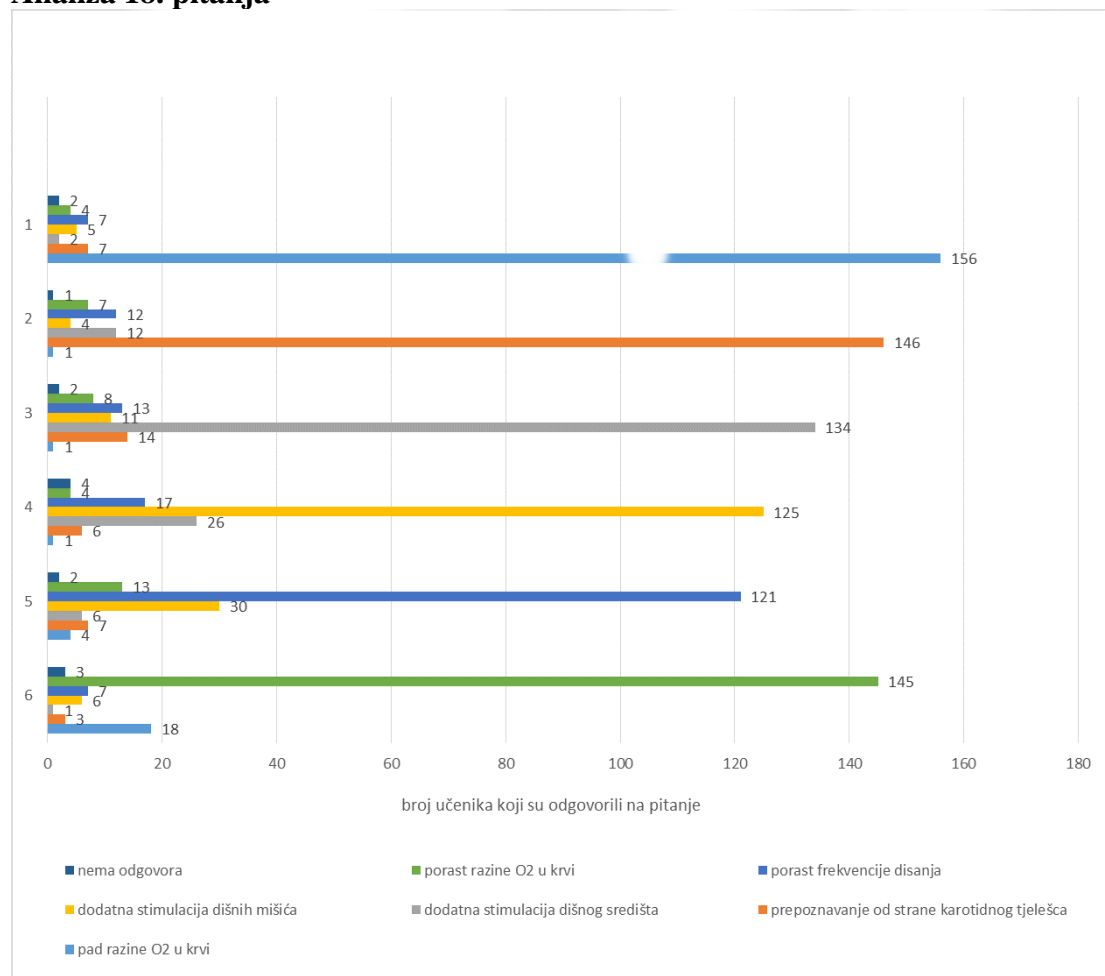
#### Analiza 17. pitanja



Slika 21. Broj učenika koji su odgovorili na 17. pitanje: Na prazne crte upiši brojeve od 1. do 7. da dobiješ kronološki slijed u nastanku kožne urtikarije od trenutka prvog izlaganja alergenu.

Pitanje ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja, ima visok postotak točnih odgovora (Slika 21.) i ispituje znanje iz nastavne cjeline o imunološkom sustavu. Spada u zadatke redanja, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene i u zadatke srednje zahtjevnosti. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 ili konceptualno razumijevanje te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada imunološkoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno – razlikovati pojmove antigen, antitijelo i imunološka reakcija te navesti putove ulaska antigena u organizam, mjesta prepoznavanja te načine sprječavanja ulaska antigena. 68,85 % učenika je točno odgovorilo na prvi dio zadatka, a na drugom dijelu točno ih je odgovorilo 70,49 % (Slika 21.). Da plazma stanica sintetizira i izlučuje IgE pod broj 3 napisalo je 67,21 %, dok je broj 4 sa vezivanjem IgE na membrane mastocita napisalo 62,84 % učenika (Slika 21.). Isti postotak ostvarili su učenici na petom dijelu zadatka, jedino se ovdje javlja netočan odgovor vezanja IgE na membrane mastocita 19,12 % (Slika 21.). Otpuštanje histamina je pod brojem 6 i 65,02 % učenika je znalo taj odgovor dok je broj 7 povezan sa vazodilatacijom krvnih žila kože i to je točno odgovorilo 69,94 % učenika (Slika 21.). Zadatak je dobro postavljen.

## Analiza 18. pitanja



Slika 22. Broj učenika koji su odgovorili na 18. pitanje: Na prazne crte upiši brojeve od 1. do 6. da dobiješ kronološki homeostatski slijed u regulaciji disanja.

Pitanje također ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja te također ima visok postotak točnih odgovora, bez većeg broja netočnih odgovora (Slika 22.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline o dišnom sustavu. Spada u zadatke redanja, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 konceptualno razumijevanje te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje, srednje zahtjevnosti, možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada dišnoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno – povezati građu dišnih organa s njihovim ulogama, objasniti mehaniku i regulaciju disanja, objasniti mehanizam izmjene plinova u plućima te između krvi i stanica. 85,24% učenika je točno odgovorilo na prvi dio zadatka, na drugom dijelu točno ih je odgovorilo 79,78% (Slika 22.). 73,22% učenika pod broj tri je odgovorilo dodatna stimulacija dišnog središta, dok ih je 68,30% broj 4 povezalo sa



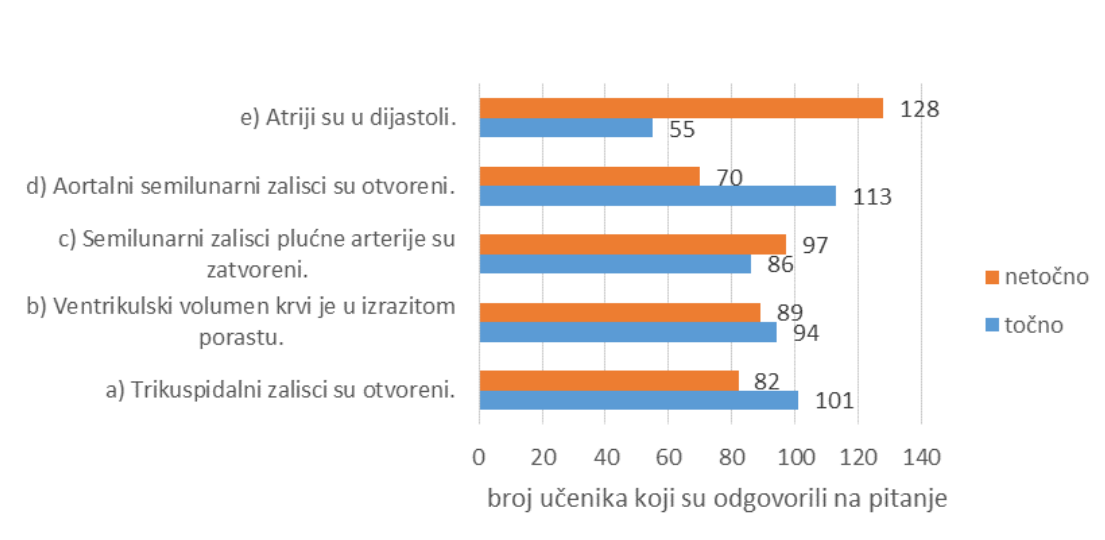
dodatnom stimulacijom dišnih mišića (Slika 22.). Kod ovog dijela zadatka dolazi do netočnih odgovora – nekolicina učenika (14,2 %) napisala je kao odgovor dodatna stimulacija dišnog središta (Slika 22.). Porast frekvencije pod broj pet stavilo napisalo je 66,12 % učenika; dodatna stimulacija dišnih mišića, 16,39 %, a porast razine kisika u krvi pod broj šest napisalo je 79,23 % učenika (Slika 22.). Zadatak je dobro postavljen i ovaj nastavni sadržaj se detaljno obrađuje.

## V. SKUPINA ZADATAKA

*Uz uputu: Odredi točnost tvrdnji. Ako je tvrdnja točna, zaokruži slovo T, a ako nije točna zaokruži slovo N. Ako je uz istu tvrdnju zaokruženo i slovo T i N, zadatak NE donosi bodove.*

### Analiza 19. pitanja

STRUKTURA	TLAK
aorta	82 mm Hg
lijevi atrij	17 mm Hg
lijevi ventrikul	42 mm Hg



Slika 23. Broj učenika koji su odgovorili na 19. pitanje: Promotri navedene podatke o tlakovima u krvožilnom sustavu tijekom srčanog ciklusa i zaokruži slovo T ili N sukladno uputi.

Pitanje ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja i ima približno isti postotak točnih odgovora velikim brojem netočnih odgovora (Slika 23.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline srčanožilni sustav. Spada u zadatke alternativnog izbora, srednje zahtjevnosti, druge je kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 konceptualno razumijevanje te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014.

godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno – povezati osnovnu građu srca s ulogom te razlikovati osnovnu građu i ulogu arterija i vena.

a) točno (55,19 %), netočno (44,8 %); (Slika 23.)

b) točno (51,36 %), netočno (48,63 %); (Slika 23.)

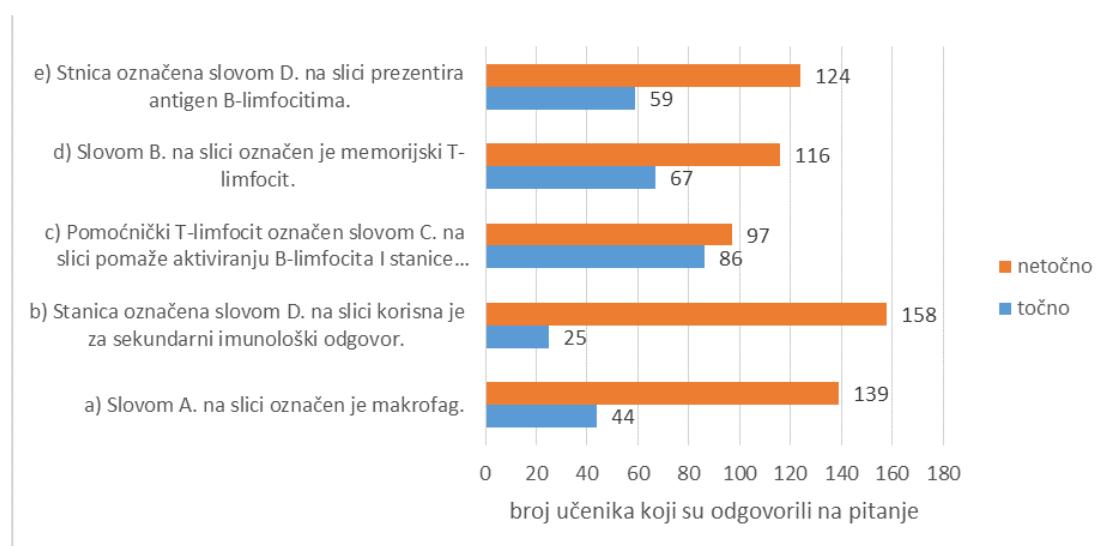
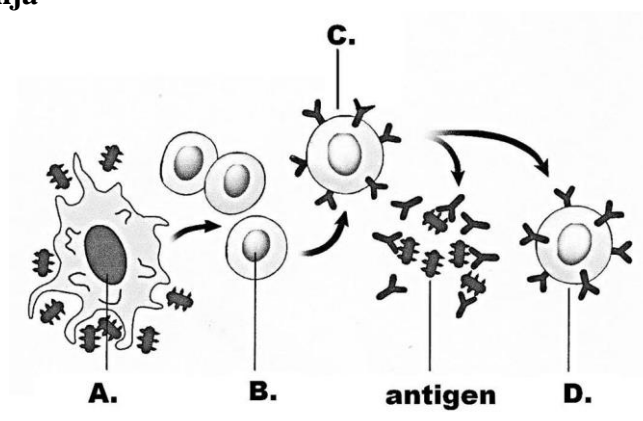
c) točno (46,99 %), netočno (53 %); (Slika 23.)

d) točno (61,74 %), netočno (38,25 %); (Slika 23.)

e) točno (30,05 %), netočno (69,94 %) (Slika 23.).

Velika raspršenost netočnih odgovora ukazuje na nepoznavanje uloga različitih dijelova srca ili na mogućnost "pogađanja" odgovora (Slika 23.).

### Analiza 20. pitanja



Slika 24. Broj učenika koji su odgovorili na 20. pitanje: Promotri sliku koja prikazuje nastanak imunološke reakcije i zaokruži slovo T ili N sukladno gornjoj uputi.

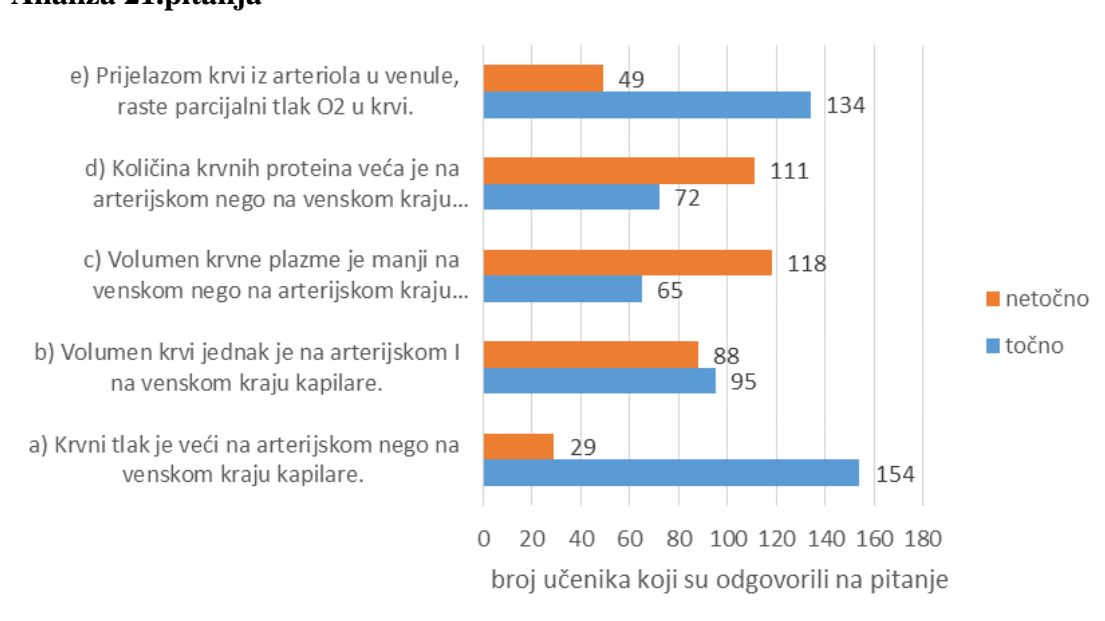
Pitanje ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja te ima nizak postotak točnih odgovora sa različitim brojem netočnih odgovora kojih ima više nego u

prethodnom zadatku (Slika 24.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline imunološki sustav. Spada u zadatke alternativnog izbora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 konceptualno razumijevanje te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje srednje zahtjevnosti možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada imunološkoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati pojmove antigen, antitijelo i imunološka reakcija, razlikovati aktivno i pasivno stečenu imunost. Važno je razlikovati organe i tkiva imunološkoga sustava, razlikovati nespecifični (fagociti) i specifični (B i T limfociti) imunitet te navesti putove ulaska antigena u organizam, mjesta prepoznavanja te načine sprječavanja ulaska antigena. Nizak postotak točnih odgovora:

- a) točno (24,04 %), netočno (75,96 %); (Slika 24.)
- b) točno (13,66 %), netočno (86,34 %); (Slika 24.)
- c) točno (46,99 %), netočno (53,01 %); (Slika 24.)
- d) točno (36,61 %), netočno (63,39 %); (Slika 24.)
- e) točno (32,24 %), netočno (67,76 %) (Slika 24.).

Velika raspršenost netočnih odgovora ukazuje na nepoznavanje uloga različitih imunoloških stanica koje sudjeluju u nastajanju imunološke reakcije ili ukazuje na pogađanje odgovora (Slika 24.).

### Analiza 21.pitanja



Slika 25. Broj učenika koji su odgovorili na 21. pitanje: Zaokruži slovo T ili N sukladno gornjoj uputi.

Pitanje ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja sa različitim postotkom netočnih i različitim postotkom točnih odgovora (Slika 25.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline srčanožilni sustav. Ovaj zadatak srednje zahtjevnosti spada u zadatke alternativnog izbora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Dubina znanja, prema Webbu, za ovaj zadatak je DOK2 konceptualno razumijevanje te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati osnovnu građu i ulogu arterija i vena te usporediti tlakove u krvnim žilama. Postotak točnih odgovora po podpitanjima:

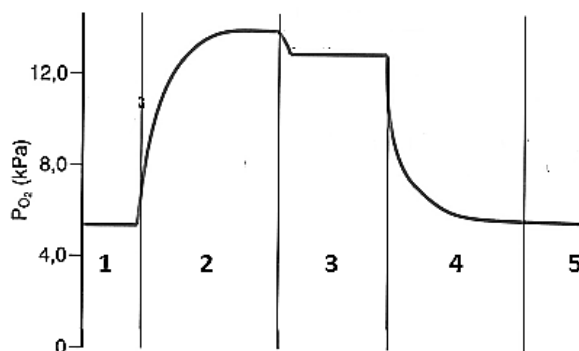
- a) točno (73,22%), netočno (26,78%); (Slika 25.)
- b) točno (39,34%), netočno (60,66%); (Slika 25.)
- c) točno (35,51%), netočno (64,49%); (Slika 25.)
- d) točno (51,91%), netočno (48,09%); (Slika 25.)
- e) točno (84,15%), netočno (15,85%) (Slika 25.).

Ovakva raspršenost točnih i netočnih odgovora ukazuje na nepoznavanje točnih uloga i građe krvnih žila ili ukazuje na vjerojatniji zaključak da se ovdje radi o pogađanju odgovora (Slika 25.).

## VI. SKUPINA ZADATAKA

*Uz uputu: Sljedeće zadatke riješi na temelju promatranja tablica ili slika, te slijedeći upute navedene u samom zadatku. Ukupni broj bodova za pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka.*

### **Analiza 22. pitanja**

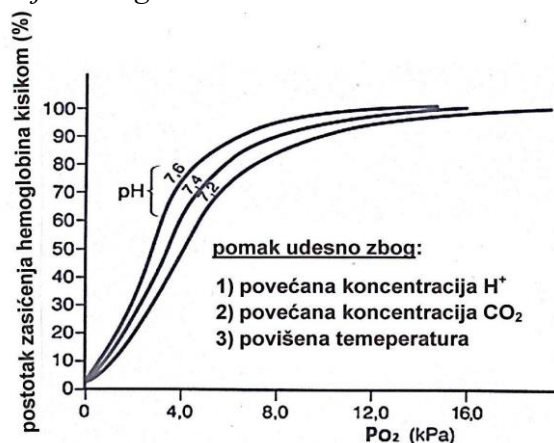


- a) *Navedenim pojmovima pridruži brojeve s grafa koji se na njih odnose (uz isti pojam možeš vezati više brojeva):*

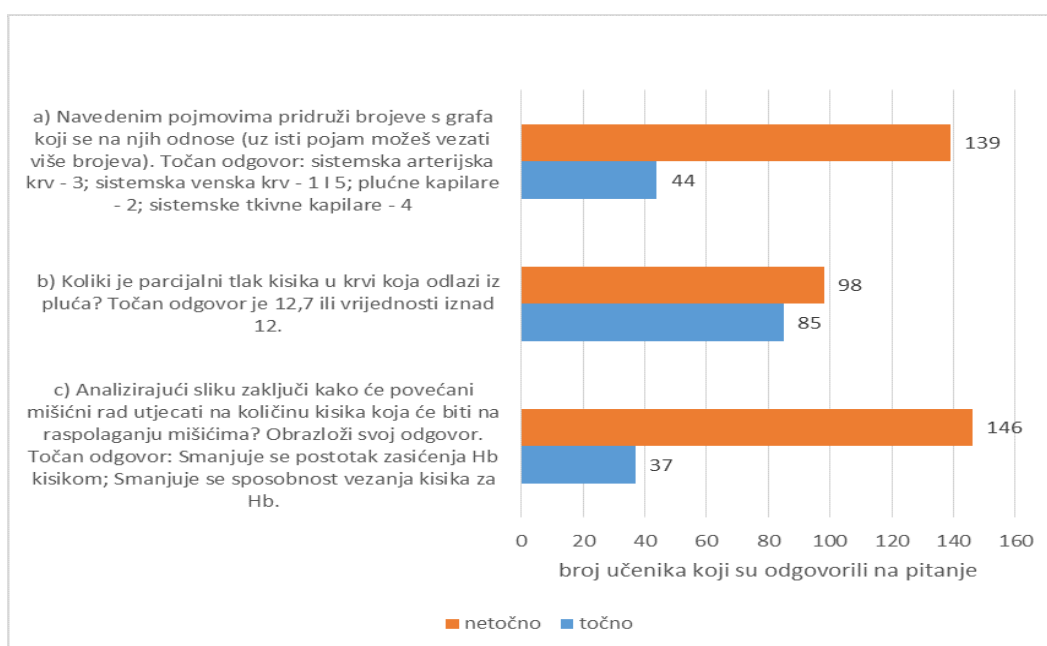
Pojam	Broj
Sistemska arterijska krv	
Sistemska venska krv	
Plućne kapilare	
Sistemske (tkivne) kapilare	

b) Koliki je parcijalni tlak kisika u krvi koja odlazi iz pluća?

c) Započeli ste trening odbojke. Tijekom treninga dešavaju se određene fiziološke promjene. Na donjoj slici prikazan je utjecaj promjene koncentracije  $H^+$ ,  $CO_2$  i temperature na zasićenje hemoglobina kisikom.



Analizirajući sliku zaključi kako će povećani mišićni rad utjecati na količinu kisika koja će biti na raspolaganju mišićima? Obrazloži svoj odgovor!



Slika 26. Broj učenika koji su odgovorili na 22. pitanje: Slika prikazuje promjene parcijalnog tlaka kisika ( $PO_2$ ) u arterijskoj i venskoj krvi te plućnim i sistemskim (tkivnim) kapilarama.

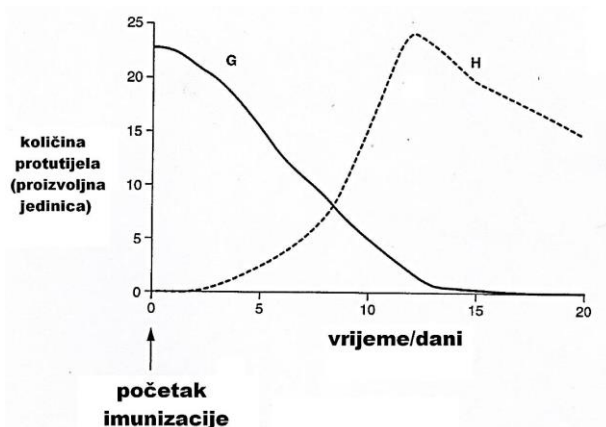
Pitanje je složeno od nekoliko podpitanja koji pripadaju zadacima produženog odgovora, kratkog odgovora i dopunjavanja. Ovim se pitanjem ispituje strateško razumijevanje sadržaja koristeći podatke iz grafa uz objašnjenje odgovora (Slika 26.).

Ispituje znanje iz nastavne cjeline srčanožilni sustav. Dubina znanja, prema Webbu, za ovaj zadatak je DOK3 te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnoga sustava i te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati osnovnu građu i ulogu arterija i vena te usporediti tlakove u krvnim žilama. Postotak točnih odgovora po podpitanjima:

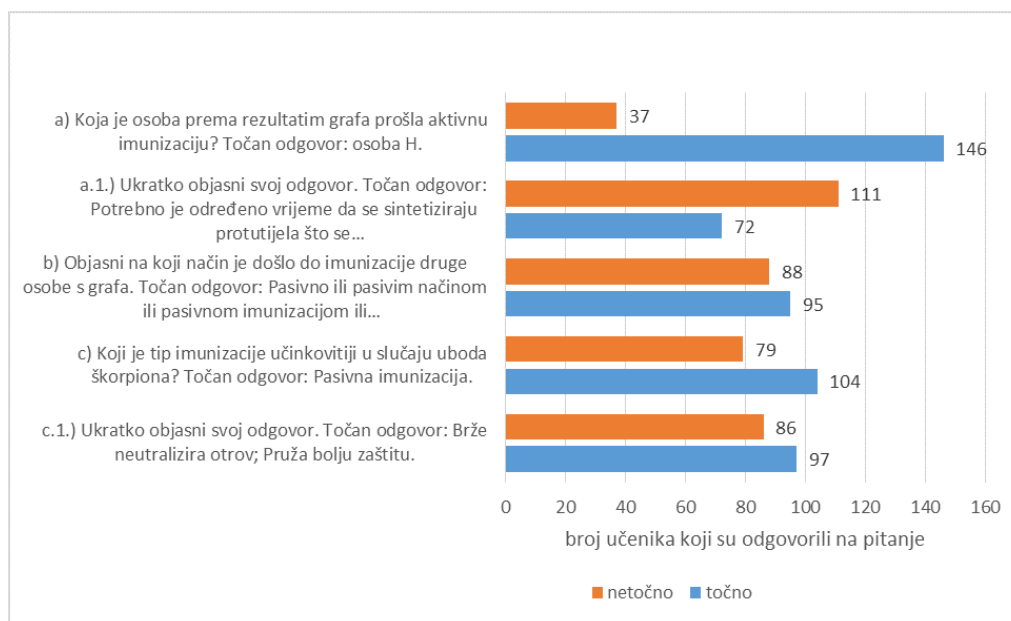
- 75,95 % učenika je točno odgovorilo na ovo podpitanje napredne zahtjevnosti, dok 24,05 % učenika ima problema sa čitanjem grafa (Slika 26.).
- U ovom podpitanju srednje zahtjevnosti ima više netočnih odgovora, 53,55 % učenika je krivo odgovorilo na pitanje – zbog problema sa interpretiranjem podataka s grafa (Slika 26.).
- 79,78 % učenika je točno odgovorilo na ovo podpitanje napredne zahtjevnosti jer su uspješno analizirali sliku i točno interpretirali podatke (Slika 26.).

Uspješnost pitanja je mogla biti veća s obzirom da mu je u nastavnom sadržaju posvećeno dosta vremena, te se logičkim zaključivanjem moglo doći do odgovora.

### **Analiza 23. pitanja**



- Koja je osoba prema rezultatima grafa prošla aktivnu imunizaciju? Ukratko objasni svoj odgovor.
- Objasni na koji je način došlo do imunizacije druge osobe s grafa.
- Koji je tip imunizacije učinkovitiji u slučaju uboda škorpiona? Ukratko objasni svoj odgovor.



Slika 27. Broj učenika koji su odgovorili na 23. pitanje: Osoba G i osoba H imunizirane su protiv otrova tropskog škorpiona. Objema osobama su uzimani uzorci krvi u istim vremenskim intervalima od početnog dana imunizacije te je analizirana količina protutijela u krvi pojedine osobe. Promotri graf koji prikazuje rezultate opisane imunizacije osobe G i H.

Pitanje napredne zahtjevnosti ispituje rješavanje problema, učenici trebaju odgovoriti na zadana pitanja uz pomoć grafa. Ovim se pitanjem ispituje strateško i prošireno razumijevanje sadržaja koristeći podatke iz grafa uz objašnjenje odgovora (Slika 27.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline imunološki sustav. Dubina znanja, prema Webbu, za ovaj zadatak je DOK3 te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada imunološkoga sustava i za njegovo rješavanje nužno jerazlikovati aktivno i pasivno stečenu imunost, razlikovati nespecifični (fagociti) i specifični (B i T limfociti) imunitet, navesti putove ulaska antigena u organizam, mjesta prepoznavanja te načine sprječavanja ulaska antigena. Postotak točnih odgovora po podpitanjima:

- a) 79,78 % učenika je točno odgovorilo na ovo podpitanje – osoba H je prošla aktivnu imunizaciju (Slika 27.).

a.1.) Ovo podpitanje u kojem se trebao objasniti prethodni odgovor, govori nam kako je kod većine učenika došlo do "pogađanja" odgovora – 50 % je bilo mogućnosti da učenik odabere krivu osobu s grafa, ako ga već ne zna očitati. 60,65 % učenika je krivo odgovorilo na ovo podpitanje. (Slika 27.).

- b) Samo 51,91 % učenika je točno odgovorio na ovo podpitanje, ostatak učenika je krivo odgovorio – visok postotak netočnih odgovora javlja se jer učenici nisu znali objasniti način na koji je došlo do imunizacije kod druge osobe s grafa (Slika 27.).

U ovom podpitanju ponovno se javio visok postotak netočnih odgovora, 43,17 %.

Točan odgovor ili pasivna imunizacija imalo je 56,83 % učenika.

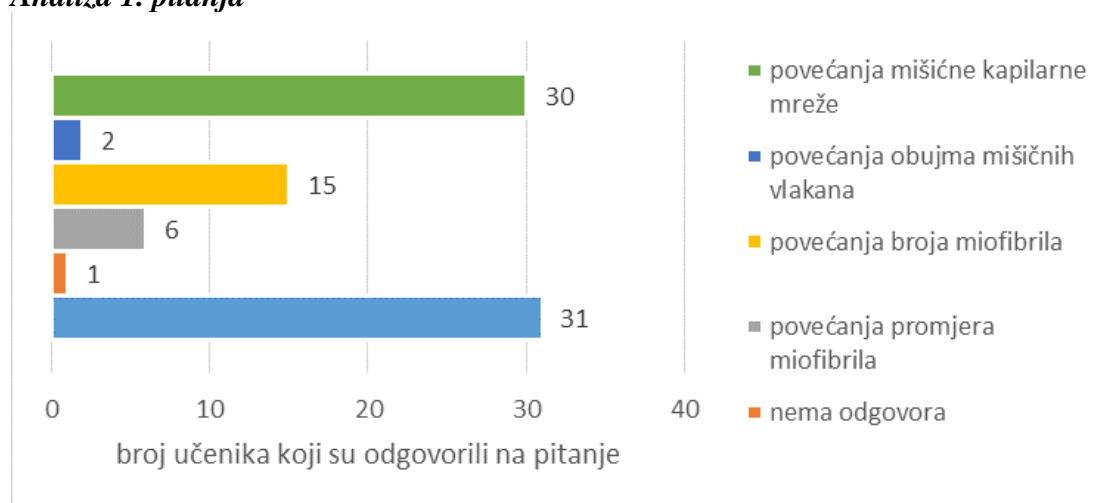
- c) Ponovno se treba objasniti prethodni odgovor i ponovno visok postotak netočnih odgovora (46,99 %) jer se ovaj odgovor veže na prethodni te ako je učenik dao krivi odgovor na podpitanje c), onda se ni na ovom objašnjenju nije mogao očekivati točan odgovor.

#### 4.2.2. Analiza pitanja županijskog natjecanja

##### I. SKUPINA ZADATAKA

*Uz uputu: Zaokruži slovo isključivo ispred JEDNOG točnog odgovora. Ako je zaokruženo više odgovora, zadatak NE donosi bodove. Broj bodova koji donosi pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka.*

##### Analiza 1. pitanja



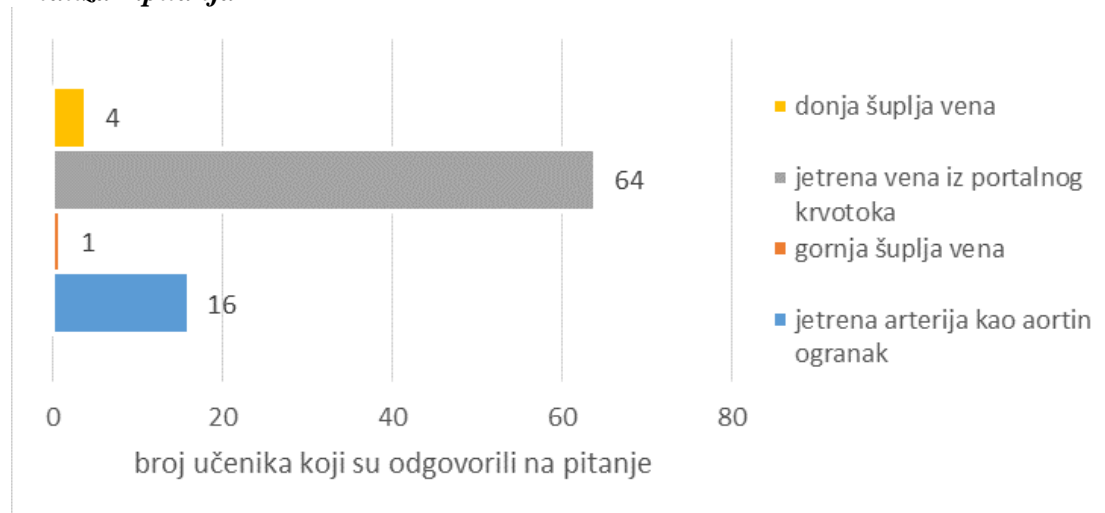
Slika 28. Broj učenika koji su odgovorili na 1. pitanje: Stalnim i pojačanim vježbanjem tricepsa potkoljenice NEĆE doći do?

Pitanje je višestrukog izbora, srednje zahtjevnosti, sa samo jednim točnim odgovorom te ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline mišićima (sustavu organa za kretanje) čovjeka te je povezano sa prvom razinom kognitivnog postignuća; reprodukcijom i literarnim razumijevanjem. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje. Prema prijedlogu makrokonceptata, ovo pitanje bavi se makrokonceptom Međuovisnosti – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Pitanje



možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj utijelu, građu, ulogu način rada sustavaorgana za kretanje te je za njegovo rješavanje nužno navesti osobine i vrste mišićnoga tkiva te povezati građu mišićne stanice s temeljnim principom mišićne kontrakcije. U 1. pitanju 3. razreda 36,47 % učenika je točno odgovorilo stalnim vježbanjem tricepsa neće doći do povećanja mišićnih vlakana, dok je 35,29 % učenika zaokružilo kako neće doći do povećanja kapilarne mreže (Slika 28.). 17,65 % učenika zaokružilo je kako neće doći do povećanja broja miofibrila (Slika 28.). Do određenog postotka netočnih odgovora došlo jer učenici ne znaju što se događa sa mišićima prilikom vježbanja – kada stalno vježbamo, naši mišići se kontrahiraju te se tako povećava broj miofibrila u mišićnim vlaknima kojima se povećava promjer. Kako se povećao obujam mišića tako mu je potrebno i više hrane pa se stoga mora povećati i mišićna kapilara mreža.

### **Analiza 2.pitanja**

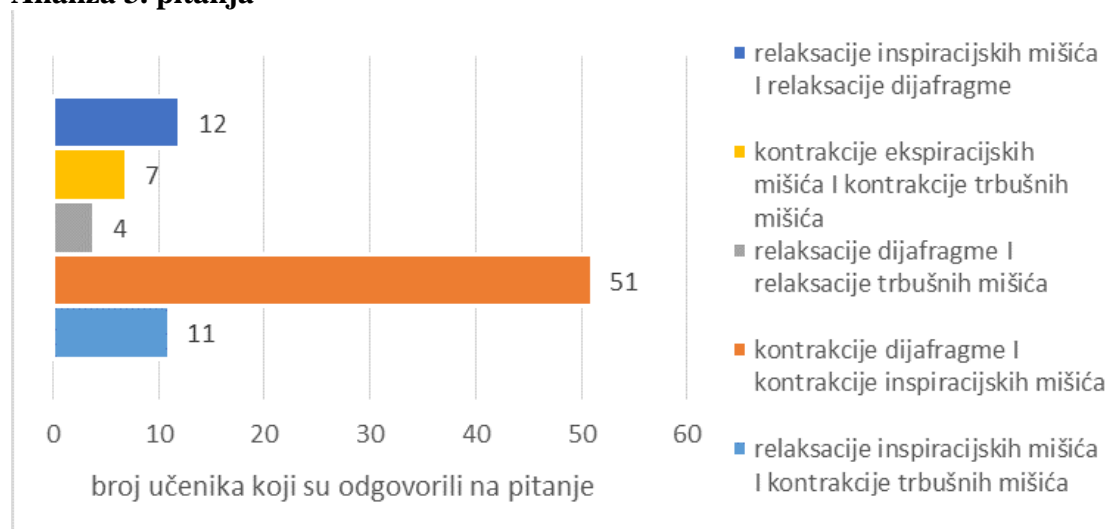


Slika 29. Broj učenika koji su odgovorili na 2. pitanje: Koja žila provodi iz probavila u jetru krv zasićenu aminokiselinama?

Pitanje srednje zahtjevnosti kojim se ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o srcu i krvožilnom sustavu i spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje) te spada u makrokoncept Ustrojstva živih bića. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnog sustava te je za ovaj zadatak nužno razlikovati građu krvnih žila te usporediti tlakove u krvnim žilama. Učenici su dobro odgovorili na ovo pitanje, 75,29 % njih je odgovorilo točno (Slika 29.). Netočan odgovor koji se javlja u

većem postotku (18,82 %) je ta da jetrena arterija kao aortin ogranak provodi krv iz probavila u jetru (Slika 29.).

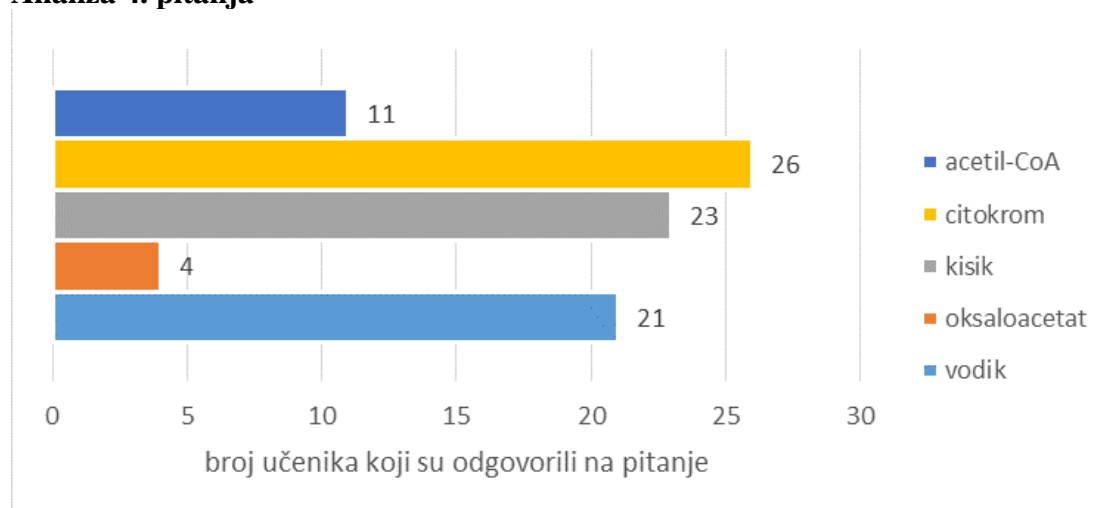
### Analiza 3. pitanja



Slika 30. Broj učenika koji su odgovorili na 3. pitanje: Atmosferski tlak postat će veći u odnosu na alveolarni prilikom?

Pitanje ispituje reprodukciju znanja iz nastavne cjeline o dišnom sustavu te ima visok postotak točnih odgovora, bez većeg broja netočnih odgovora (Slika 30.). Spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ililiterarno razumijevanje i prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje srednje zahtjevnosti možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada dišnoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno – povezati građu dišnih organa s njihovim ulogama, objasniti mehaniku i regulaciju disanja, objasniti mehanizam izmjene plinova u plućima te između krvi i stanica. 60 % učenika je točno odgovorilo na prvi dio zadatka (Slika 30.). Kod ovog dijela zadatka nekolicina učenika (12,94 %) kao točan odgovor zaokružila je kontrakciju inspiracijskih i kontrakciju trbušnih mišića, a njih (14,11 %) zaokružilo je relaksaciju inspiracijskih mišića i relaksaciju dijafragme kao točan odgovor (Slika 30.).

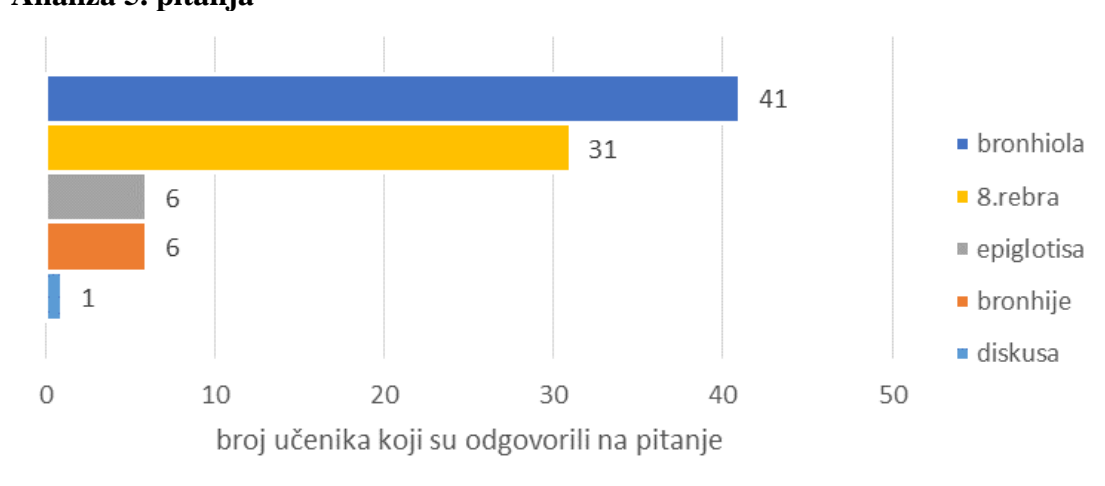
#### Analiza 4. pitanja



Slika 31. Broj učenika koji su odgovorili na 4. pitanje: Konačni akceptor elektrona u završnom metaboličkom procesu katabolizma masne kiseline jest?

Pitanje ispituje reprodukciju znanja iz nastavne cjeline o metaboličkom sustavu te ima visok postotak netočnih odgovora (Slika 31.). Ovo je zadatak višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili literarno razumijevanje i prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Ravnoteža – pretvorba i pohrana energije. Ovo pitanje, srednje zahtjevnosti, možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj utijelu, građu, ulogu i način rada metaboličkog sustava te za njegovo rješavanje nužno razlikovati sastojke hrane koji su izvor energije u organizmu koji izgrađuju organizam te razlikovati bazalni od radnog metabolizma. Samo 27,05 % učenika je točno odgovorilo na pitanje, dok je njih 30,58 % odgovorilo kako je citokrom konačni akceptor elektrona (Slika 31.). Vodika kao točan odgovor zaokružilo je 24,7 % učenika, a njih 12,94 % zaokružilo je acetyl-CoA (Slika 31.). Ovakva raspodjela odgovora rezultat je nepoznavanja biokemijskih procesa u ljudskom organizmu te su učenici na ovom pitanju "pogađali" odgovor. Trebalo bi posvetiti više vremena prilikom obrade nastavnog sadržaja vezanog uz biokemijske procese u ljudskom tijelu.

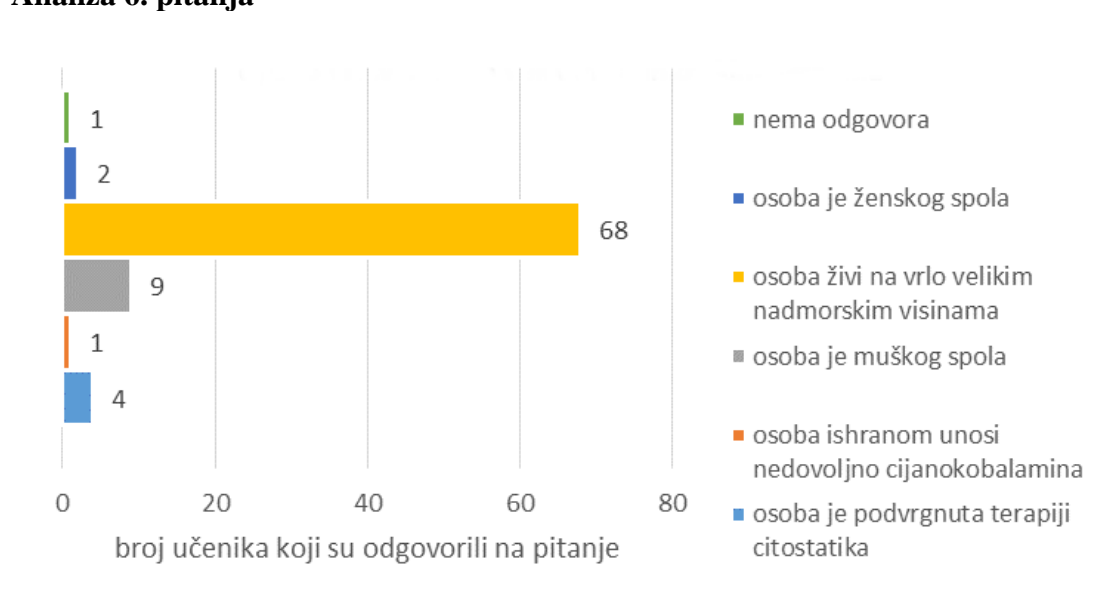
### Analiza 5. pitanja



Slika 32. Broj učenika koji su odgovorili na 5. pitanje: U građi koje strukture NE nalazimo hrskavično tkivo?

Ovim pitanjem, srednje zahtjevnosti, ispituje se reprodukcija znanja iz nastavne cjeline o dišnom sustavu te postoji različit broj odgovora (Slika 32.). Spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili literarnorazumijevanje i prisjećanje te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada dišnoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno opisati dijelove dišnogasustava i njihov položaj utijelu čovjekate povezati građu dišnih organas njihovim ulogama. Manje od polovice ukupnog broja učenika je odgovorilo točno na pitanje (48,23 %), dok je njih 36,47 % odgovorilo kako u 8. rebru ne nalazimo hrskavično tkivo što je naravno netočan odgovor (Slika 32.).

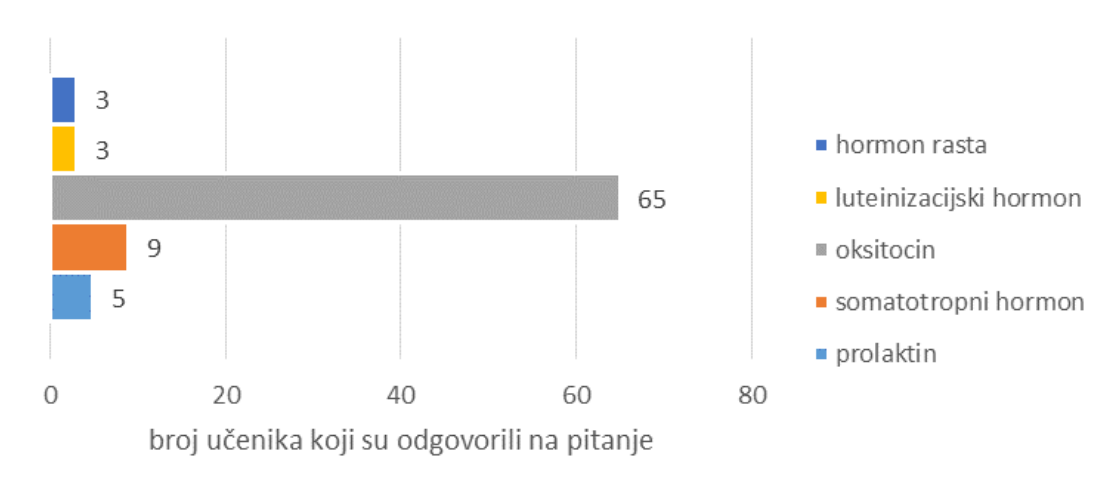
## Analiza 6. pitanja



Slika 33. Broj učenika koji su odgovorili na 6. pitanje: Vrijednost hematokrita neke osobe iznosi 50%. Koje je među navedenim opravdano objašnjenje vrijednosti hematokrita ove osobe?

Pitanje kojim se ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o sastavu tjelesnih tekućina te spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje) te spada u makrokoncept Ustrojstva živih bića. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje. Ovo pitanje, srednje zahtjevnosti, možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti sastav tjelesnih tekućina te analizirati sastav i uloge krvi, a za njegovo rješavanje nužno je navesti osnovne sastojke krvi i njihove uloge no hematokrit spada u sadržaje koji se nisu ispitivali na državnoj maturi 2014. godine. Učenici su relativno dobro odgovorili na ovo pitanje, 80 % ih je točno odgovorilo da osoba sa vrijednosti hematokrita od 50 % zapravo živi na velikim nadmorskim visinama (Slika 33.). Hematokrit je zapravo postotak koncentracije eritrocita u krvi te mu se normalna vrijednost kreće se oko 45 % za muškarce i 40 % za žene – tako da te odgovore možemo odmah isključiti kao točne. Druga činjenica koju učenici trećeg razreda moraju znati jest ta da se tlak zraka na visini smanjuje, što znači da je i manji volumen kisika koji udahnemo. Zbog smanjene količine kisika, disanje bude češće, žile se sužavaju, krvni tlak raste, povećava se broj eritrocita i razina hemoglobina u krvi – povećava se i hematokrit.

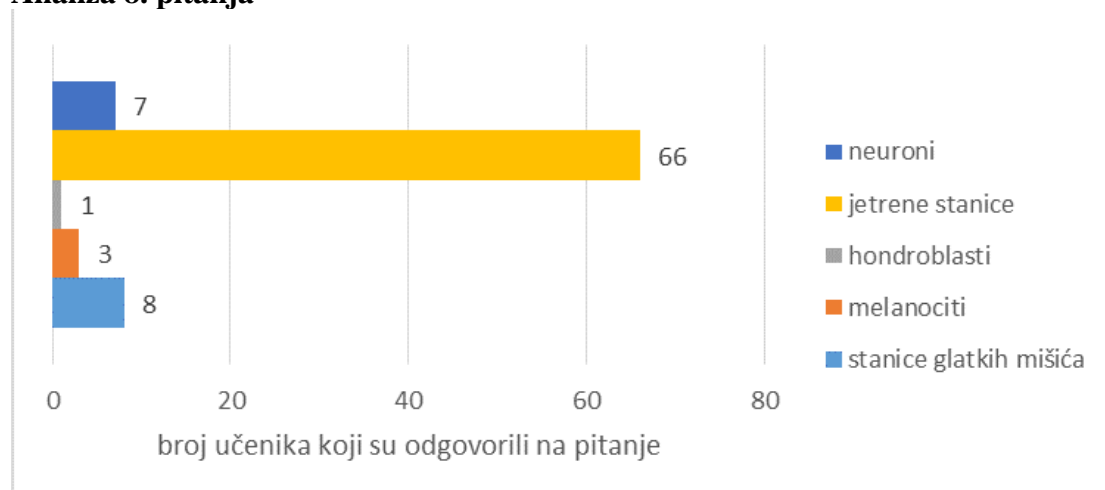
## Analiza 7. pitanja



Slika 34. Broj učenika koji su odgovorili na 7. pitanje: Koji hormon bismo mogli nazvati neurohormonom?

Pitanje srednje zahtjevnosti kojim se ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o endokrinom sustavu te spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje) te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstva živih bića – građa i uloga organizma. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti sastav građu, smještaj u tijelu, ulogu i način rada endokrinog sustava, dok je za uspješno rješavanje ovog zadatka potrebno navesti endokrine žlijezde i znati njihov smještaj u tijelu, razlikovati egzokrine od endokrinih žlijezda te navesti hormone pojedinih žlijezda i njihove uloge. Učenici su dobro odgovorili na ovo pitanje, 76,47 % ih je zaokružilo oksitocin (Slika 34.). Visok postotak točnih odgovora ukazuje na dobru razradu koncepta tijekom obrade nastavnog sadržaja.

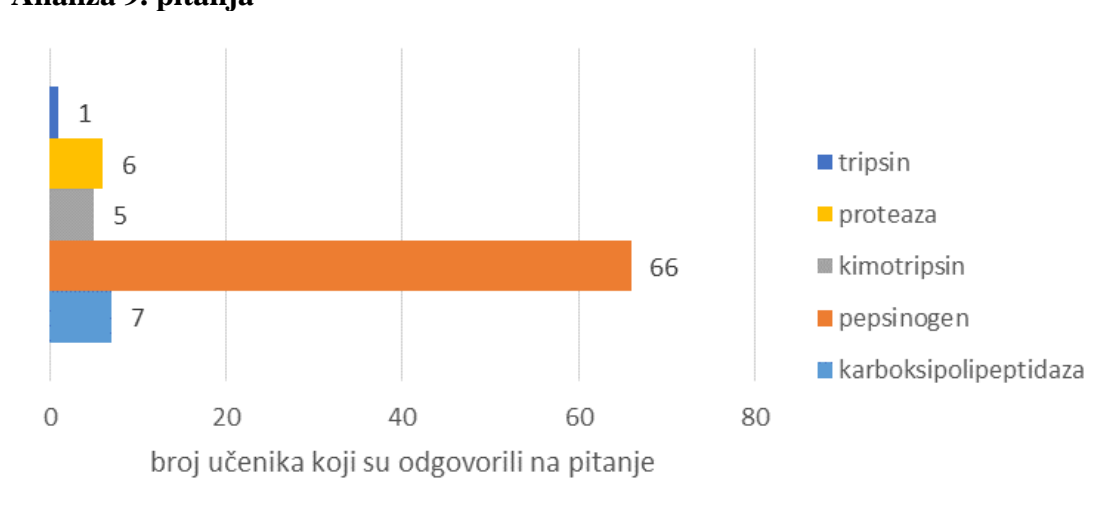
### Analiza 8. pitanja



Slika 35. Broj učenika koji su odgovorili na 8. pitanje: Koji tip stanica među navedenima sadrži veći broj peroksisoma?

Pitanje visokog postotka uspješnosti kojim se ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o probavnom sustavu te spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje) te se njime ispituje makrokoncept Ustrojstva živih bića – građa i uloga organizma. Dubina znanja za ovaj zadatak, prema Webbu je DOK1 ili prisjećanje. Ovo pitanje, srednje zahtjevnosti, možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti sastav građu, smještaj u tijelu, ulogu i način rada probavnog sustava, dok je za uspješno rješavanje ovog zadatka potrebno povezati građu organa za probavu s njihovom ulogom te objasniti ulogu jetre i gušterače u probavi hrane. 77,64 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje tako što su zaokružili jetrene stanice (Slika 35.). Peroksisomi u stanicama jetre i bubrega detoksiciraju štetne tvari i alkohol.

### Analiza 9. pitanja



Slika 36. Broj učenika koji su odgovorili na 9. pitanje: Koja od navedenih tvari NE hidrolizira izravno peptidne veze u probavilu?

Pitanje srednje zahtjevnosti, na kojeg su učenici u velikom postotku točno odgovorili, a ispituje se reproducirano znanje iz nastavne cjeline o probavnom sustavu te spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje) te se kroz ovo pitanje može ispitati makrokoncept Međuviznost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Dubina znanja za ovaj zadatak, prema Webbu je DOK1 ili prisjećanje. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti sastav građu, smještaj u tijelu, ulogu i način rada probavnog sustava, dok je za uspješno rješavanje ovog zadatka potrebno povezati građu organa za probavu s njihovom ulogom te objasniti ulogu pepsin, ptijalina i ostalih probavnih enzima. 77,64% učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje tako što su zaokružili pepsinogen (Slika 36.). Ovo je pitanje jedan od pokazatelja dobre obrade nastavnog sadržaja i dobre konstrukcije pitanja.



## Analiza 10. pitanja



Slika 37. Broj učenika koji su odgovorili na 10. pitanje: Konstriksijski učinak na muskulaturu kožnih krvnih žila iskazuje?

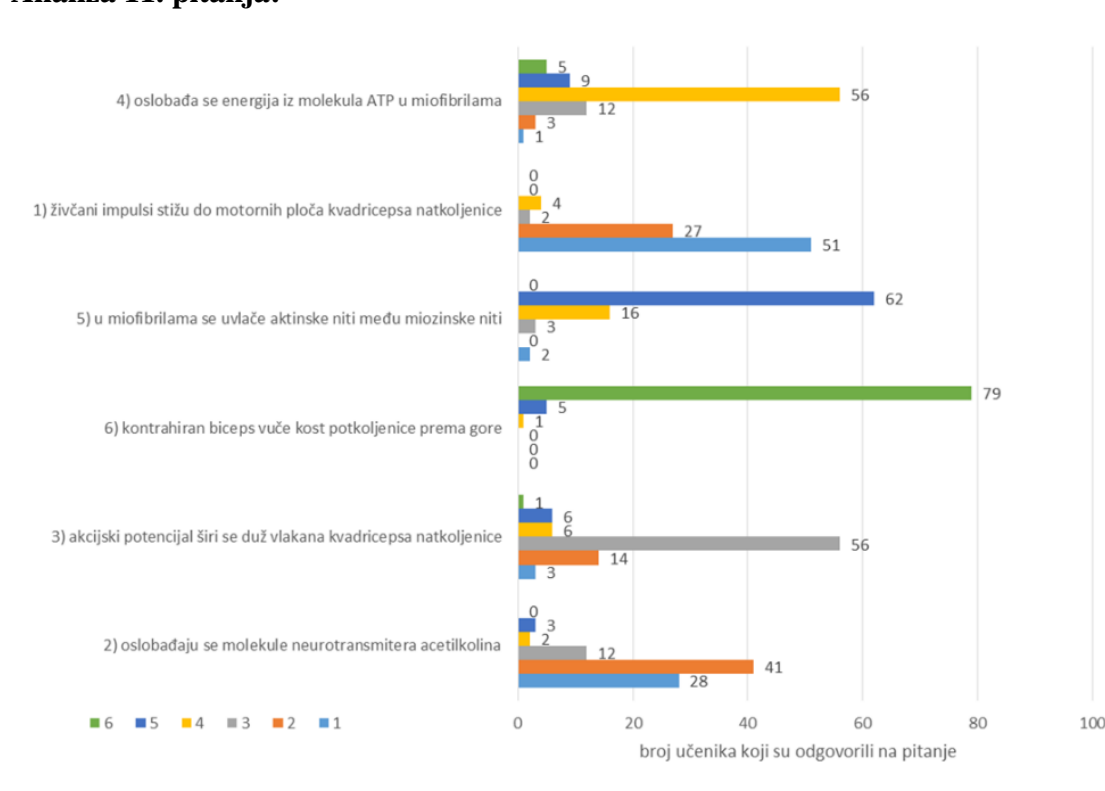
Pitanje kojim se ispituje reproducirano znanje iz nastavne cjeline o endokrinom sustavu te spada u zadatke višestrukog izbora sa samo jednim točnim odgovorom prve kognitivne razine (reprodukcija i literarno razumijevanje) te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ili prisjećanje. Ovo pitanje srednje zahtjevnosti, možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti sastav građu, smještaj u tijelu, ulogu i način rada endokrinog sustava, dok je za uspješno rješavanje ovog zadatka potrebno navesti endokrine žlijezde i znati njihov smještaj u tijelu, razlikovati egzokrine od endokrinih žlijezda te navesti hormone pojedinih žlijezda i njihove uloge. Učenici su, kao i na prethodnih nekoliko pitanja, dobro odgovorili na ovo pitanje; njih 72,94 % je zaokružilo kako adrenalin ima konstriksijski učinak na muskulaturu krvnih žila kože (Slika 37.). Najčešći netočni odgovori su: „histidin“ (12,94 %) te „kreatinin“ (10,58 %) (Slika 37.).

Osim dobre razrade koncepta tijekom obrade nastavnog sadržaja, za ovako dobar postotak točno riješenog zadatka zaslužna je i uloga nastavnika, ali i dobra konstrukcija pitanja.

## II. SKUPINA ZADATAKA

*Uz uputu: Navedene događaje poredaj točnim redoslijedom, tako da na prazne crte upišeš odgovarajuće brojeve počevši s 1. Na pojedinu crtu treba upisati SAMO jedan broj. Ukupni broj bodova za pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka.*

### Analiza 11. pitanja:

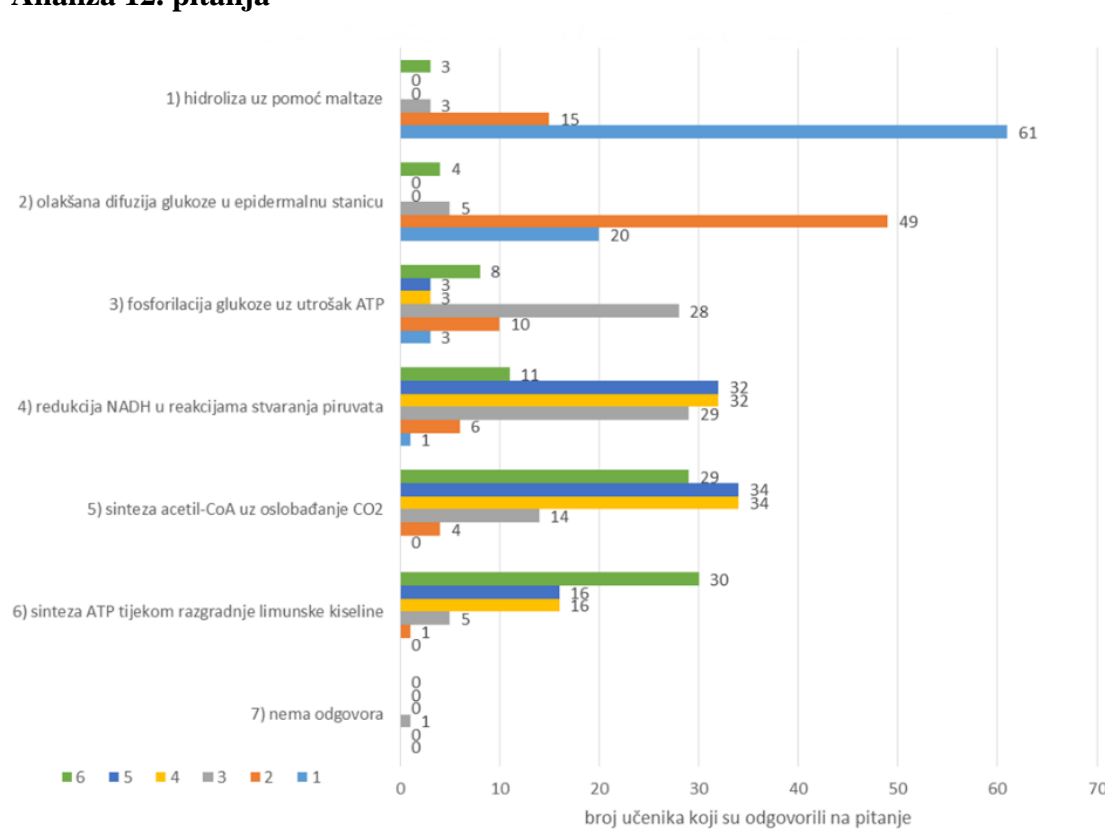


Slika 38. Broj učenika koji su odgovorili na 11. pitanje: Na prazne crte upiši brojeve od 1. do 6. da dobiješ kronološki slijed od trenutka kada si svjesno zaželio/la saviti desnu nogu u koljenu.

Pitanje srednje zahtjevnosti kojim se ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja te također ima visok postotak točnih odgovora, bez većeg broja netočnih odgovora (Slika 38.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline o sustavu organa za kretanje. Spada u zadatke redanja, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 i tu spada konceptualno razumijevanje. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija te ga možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada sustava za kretanje te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati uloge pojedinih dijelova sustava organa za kretanje, objasniti značenje živčano-mišićne veze. 60 % učenika je točno odgovorilo na prvi dio zadatka, dok je 32,94 % učenika kod odgovora oslobađaju se molekule neurotransmitera acetilkolina napisao da je to prvi događaj u pokretanju

koljena (Slika 38.). Slijedeći događaj ili oslobađanje molekula neurotransmitera acetilkolina, 48,23 % učenika je točno odgovorilo, dok je tu nekolicina učenika zamijenila točan odgovor sa onim da živčani impulsi stižu do motornih ploča (31,76 %) ili da se akcijski potencijal širi duž vlakana kvadricepsa (16,47 %) (Slika 38.). 65,88 % učenika događaj pod brojem tri odgovorilo točnoda se akcijski potencijal širi duž vlakana kvadricepsa (Slika 38.), dok ih je 65,88 % broj 4 povezalo sa oslobađanjem energije iz molekula ATP-a (Slika 38.). Pod broj pet, 72,94 % učenika je točno navelo događaj da se u miofibrilama uvlače aktinske niti među miozinske niti (Slika 38.).Zadnji događaj pod brojem šest ima najveći postotak točnih odgovora i na njega je točno odgovorilo 92,94 % učenika (Slika 38.). Zadatak je relativno dobro riješen no češće provjeravanje ovog sadržaja dalo bi bolje rezultate.

### Analiza 12. pitanja



Slika 39. Broj učenika koji su odgovorili na 12. pitanje: Na prazne crte upiši brojeve od 1. do 6. da dobiješ kronološki slijed procesa koji se zbivaju nakon unošenja ugljikohidrata do proizvodnje energije u tijelu.

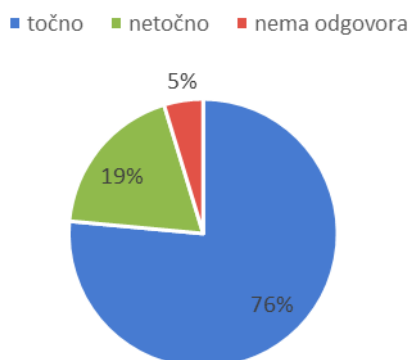
Ovim se pitanjem, napredne zahtjevnosti, ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja te se ovdje javlja veći broj netočnih odgovora (Slika 39.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline o metaboličkom sustavu. Spada u zadatke redanja, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za

ovaj zadatak je DOK2 i tu spada konceptualno razumijevanje. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Ravnoteža – pretvorba i pohrana energije. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada metaboličkoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati sastojke hrane koji su izvor energije u organizmu i koji izgrađuju organizam te razlikovati bazalni od radnog metabolizma. Hidrolizu uz pomoć maltaze pod broj jedan odgovorilo je točno 71,76 % učenika, dok je njih 23,53 % odgovorilo kako se pod brojem jedan nalazi olakšana difuzija (Slika 39.). Slijedeći točan odgovor je olakšana difuzija i to je odgovorilo 57,64 % učenika, dok se kao netočni odgovori javljaju fosforilacija (11,76 %) i hidroliza (17,65 %) (Slika 39.). U trećem dijelu zadatka javlja se najviše netočnih odgovora, a samo je 32,94 % učenika pod broj tri točno napisala fosforilaciju (Slika 39.). Redukcija NADH je točan odgovor kojeg je znalo 37,64 % učenika, a od netočnih odgovora tu su sinteza acetyl-CoA (40 % učenika) i sinteza ATP-a (18,82 % učenika) (Slika 39.). Samo 34,11 % učenika je znalo da se broj pet veže sa sintezom acetyl-CoA, dok je 35,29 % učenika napisalo da se odvija sinteza ATP-a (Slika 39.). Zadnji događaj u proizvodnji energije je sinteza ATP-a, što je točno odgovorilo 37,64 % učenika. Ovdje se javlja visok postotak netočinog odgovora, fosforilacije, kojeg je 38,82 % učenika krivo odgovorilo. Ovakva raspodjela točnih i netočnih odgovora ponovno je rezultat nepoznavanja osnovnih biokemijskih procesa u ljudskom organizmu te su učenici na ovom pitanju "pogađali" odgovor. Trebalo bi posvetiti više vremena prilikom obrade nastavnog sadržaja vezanog uz biokemijske procese u ljudskom tijelu.

### **III. SKUPINA ZADATAKA**

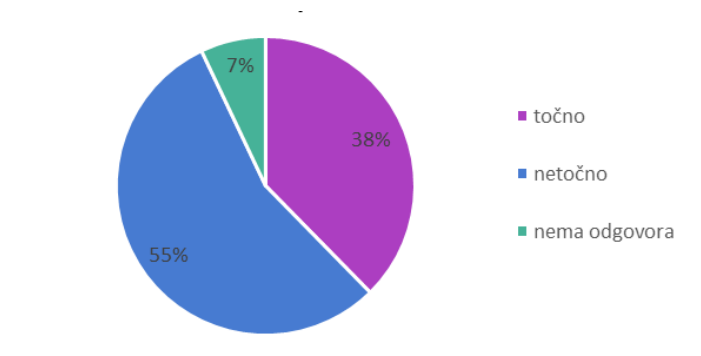
*Uz uputu: Zadatke riješi smislenim i preciznim odgovorima na temelju promatranja tablica ili slika, te slijedeći upute navedene u samom zadatku. Ukupni broj bodova za pojedini zadatak naveden je u kućici pored zadatka.*

### Analiza 13. pitanja



Slika 40.1. Udio učenika koji su odgovorili na 13. a) pitanje: Odgovori na slijedeća pitanja. Ako je molekula triglicerida supstrat pankreasnoj lipazi, tada su karakteristični produkti ove reakcije?

Ovim se pitanjem srednje zahtjevnosti, ispituje reproducirano znanje te se ispituje znanje iz nastavne cjeline o metaboličkom sustavu. Spada u zadatke kratkog odgovora, prve kognitivne razine ili prisjećanja. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 ilireprodukcija činjenica, pojmova, definicija. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada metaboličkoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati bazalni od radnog metabolizma i poznavati sheme metaboličkih puteva, koji se na ispitu državne mature 2014. godine nisu ispitivali. 76 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje, dok je njih 19 % odgovorilo netočno, među kojima je sedam odgovora bilo da su masne kiseline karakteristični produkt ove reakcije (Slika 40.1.). Trigliceridi u koje spadaju masti i ulja, zapravo su esteri alkohola glicerola i masnih kiselina te je ova činjenica znatno pomogla učenicima u rješavanju ovog pitanja. Trebalo bi posvetiti više vremena prilikom obrade nastavnog sadržaja vezanog uz biokemijske procese u ljudskom tijelu.

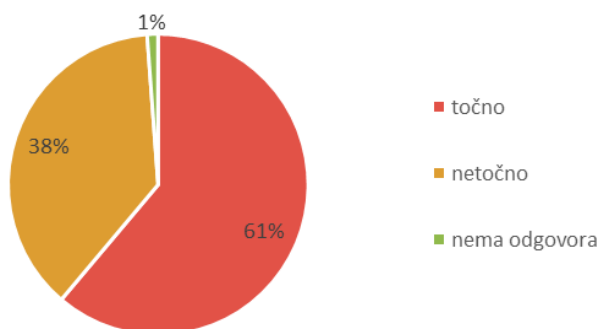


Slika 40.2. Udio učenika koji su odgovorili na 13. b) pitanje: Ukratko objasni svoj odgovor.

Ovim se pitanjem ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja, spada u zadatke napredne zahtjevnosti te se ovdje javlja veći broj netočnih odgovora (Slika 40.2.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline o metaboličkom sustavu. Spada u zadatke produženog odgovora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 i tu spada konceptualno razumijevanje. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Ravnoteža – pretvorba i pohrana energije. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada metaboličkoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati sastojke hrane koji su izvor energije u organizmu i koji izgrađuju organizam te razlikovati bazalni od radnog metabolizma i poznavati sheme metaboličkih puteva, koji se na ispitu državne mature 2014. godine nisu ispitivali. Samo 38 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje da je lipaza hidrolitički enzim koji cijepa estersku vezu između glicerola i masnih kiselina pomoću vode (Slika 40.2.). Šest učenika uopće nije odgovorilo na pitanje, dok je njih 55 % odgovorilo netočno. Među netočnim odgovorima javilo se više njih da lipaza hidrolizira tvari; da omogućuje razgradnju lipida; da lipaza razgrađuje mast i pri tome se oslobađa voda te da ubrzava hidrolizu. Više netočnih odgovora upućuje na činjenicu da su učenici "pogađali" odgovore jer ne znaju zapravo što znači hidrolitički enzim, a ni pravu ulogu lipaze. Biokemijski procesi, metaboličke reakcije i sheme metaboličkih puteva zahtijevaju ipak malo više vremena za obradu.

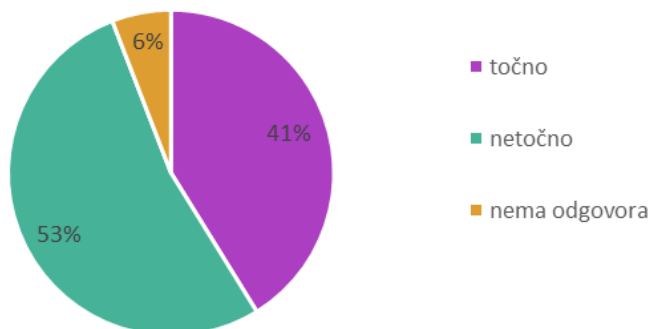
*c) Tablica prikazuje pH vrijednost reakcijske smjese triglicerida i pankreasne lipaze mjerenu tijekom određenih vremenskih intervala.*

vrijeme/min.	pH
0	7,0
2	6,2
4	5,6
6	5,1
8	4,7
10	4,6
12	4,6
14	4,6



Slika 40.3. Udio učenika koji su odgovorili na 13. c) pitanje: Ukratko objasni zašto pH opada tijekom enzimske katalize?

Ovim se pitanjem, srednje zahtjevnosti, ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja te se ovdje javlja veći broj netočnih odgovora (Slika 40.3.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline o metaboličkom sustavu. Spada u zadatke produženog odgovora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK3 i tu spada rješavanje problema. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada metaboličkoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati sastojke hrane koji su izvor energije u organizmu i koji izgrađuju organizam te razlikovati bazalni od radnog metabolizma i poznavati sheme metaboličkih puteva, koji se na ispitu državne mature 2014. godine nisu ispitivali. 61 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje da nastaju masne kiseline što dovodi do opadanja pH, samo jedan učenik nije uopće odgovorio na pitanje, dok je njih 38 % odgovorilo netočno (Slika 40.3.). Među netočnim odgovorima javilo se više problema vezanih uz odgovore kako glicerol utječe na pad pH; kako lipaza djeluje samo u lužnatom mediju; oslobađa se ugljikov dioksid koji s vodom tvori kiselinu itd.



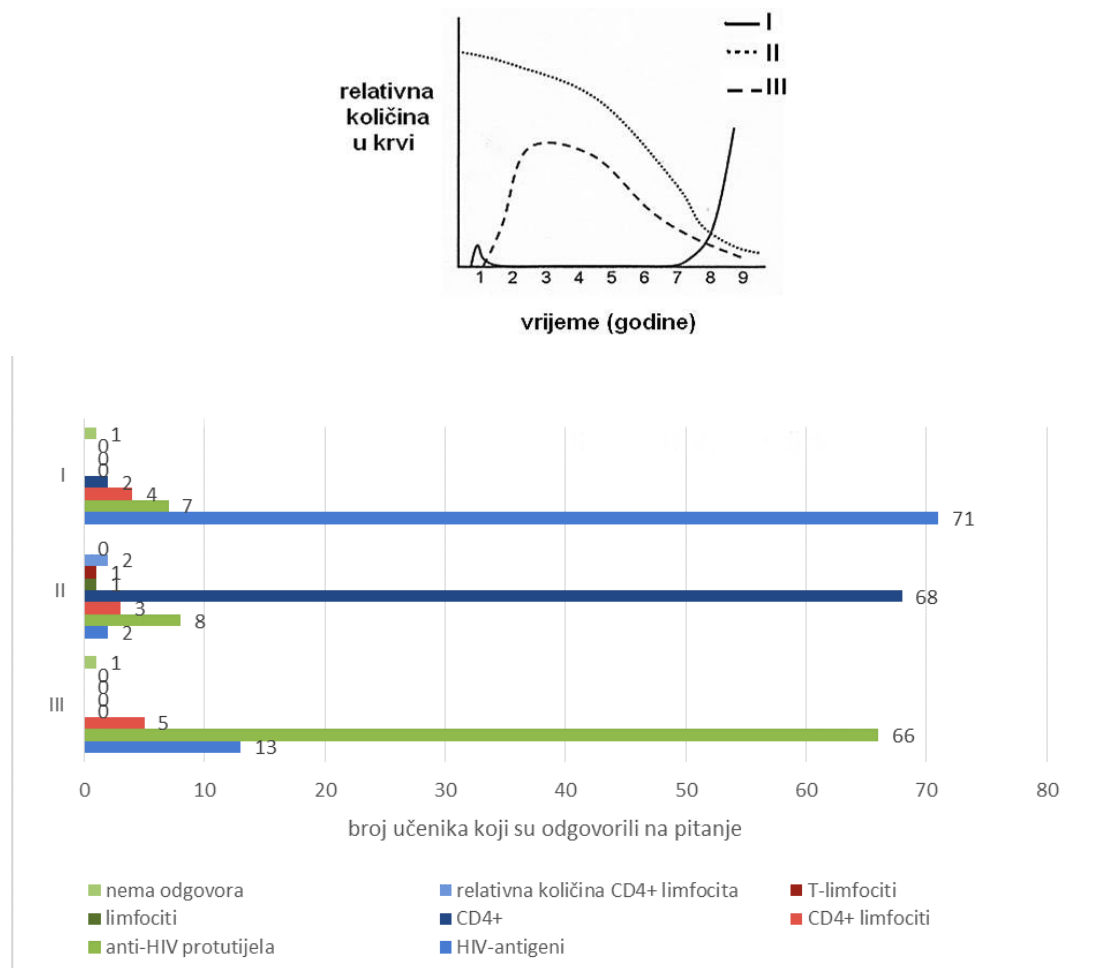
Slika 40.4. Udio učenika koji su odgovorili na 13.c) II. pitanje: Analiziran je kemijski sastav reakcijske smjese poslije 10.-te minute i u njoj su identificirane očuvane molekule triglicerida. Inhibitor nije dodavan u reakcijsku smjesu. Navedi jedan od mogućih razloga prekida reakcije nakon 10 minuta.

Pitanje, napredne zahtjevnosti, ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja te se ovdje javlja veći broj netočnih odgovora (Slika 40.4.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline o metaboličkom sustavu. Spada u zadatke produženog odgovora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK3 i tu spada rješavanje problema. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada metaboličkoga sustava te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati sastojke hrane koji su izvor energije u organizmu i koji izgrađuju organizam te razlikovati bazalni od radnog metabolizma i poznavati sheme metaboličkih puteva, koji se na ispitu državne mature 2014. godine nisu ispitivali. 41 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje da nizak pH nije dobar za aktivnost enzima, pet učenika nije uopće odgovorilo na pitanje, dok je njih 53 % odgovorilo netočno (Slika 40.4.). Neki od netočnih odgovora bili su: kako se u smjesi nalazi nedovoljno lipaze; kako se skladište masne kiseline; izlučio se adrenalin koji je usporio neke reakcije; neparavilan rad gušterače; nedostatak žuči itd. Da bi riješili ovaj zadatak učenici su trebali znati da je optimalan pH za aktivnost lipaze između 5-8. Češće provjeravanje ovog nastavnog sadržaja donijelo bi bolje rezultate.



### Analiza 14. pitanja

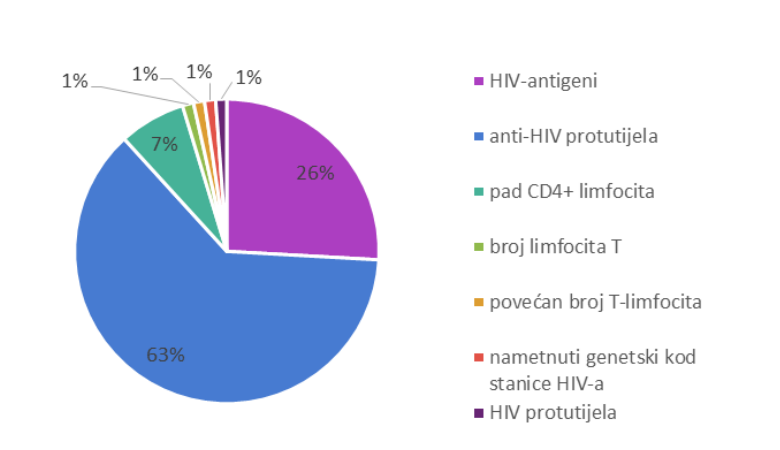
HIV napada vrstu pomagačkih T-limfocita CD4+ koji imaju važnu ulogu u imunološkim reakcijama. Krivulje grafa prikazuju očekivane relativne količine CD4+limfocita, anti-HIV protutijela i HIV-antigena u krvi neliječene zaražene osobe.



Slika 41.1. Broj učenika koji su odgovorili na 14. a) pitanje: Što bi s obzirom na tekst uvoda zadatka prikazivale krivulje po tvom mišljenju?

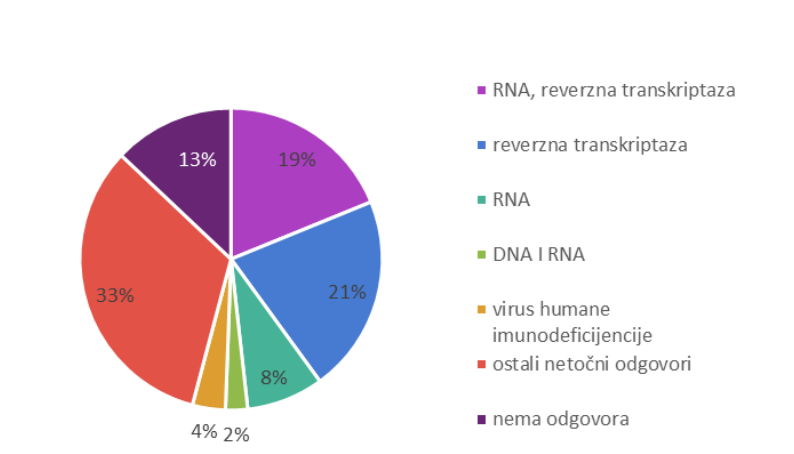
Pitanje ispituje konceptualno razumijevanje znanje o nastavnoj cjelini bolesti i poremećaja imunološkog sustava. Spada u zadatke kratkog odgovora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene i razine srednje zahtjevnosti. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 i tu spada konceptualno razumijevanje. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Međuviznost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti navesti glavne poremećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka te je za njegovo rješavanje nužno objasniti pojam AIDS, navesti uzročnika AIDS-a (HIV virus) i objasniti načine zaraze HIV-om inačice zaštite. Pod prvim dijelom zadatka 84 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje

sa odgovorom HIV-antigeni (Slika 41.1.). 80 % učenika je odgovorilo točno na drugi dio zadatka gdje je točan odgovor CD4+ limfociti, dok je točan odgovor na treći dio zadatka (anti HIV-protutijela) dalo 78 % učenika (Slika 41.1.). Pitanje je postiglo poprilično dobar postotak točnih odgovora, jer je važno životno pitanje za učenike.



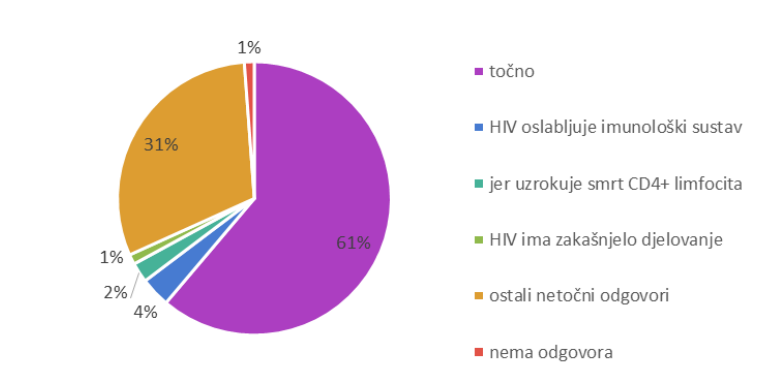
Slika 41.2. Udio učenika koji su odgovorili na 14. b) pitanje: Što bi iz uvida zadatka morali identificirati u krvi zaražene osobe kao nepobitan dokaz replikacije i prisutnosti HIV-a?

Pitanje napredne zahtjevnosti sa velikim brojem netočnih odgovora koje ispituje konceptualno razumijevanje znanje o nastavnoj cjelini bolesti i poremećaja imunološkog sustava. Spada u zadatke kratkog odgovora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene.. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija te ga možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti navesti glavne poremećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka te je za njegovo rješavanje nužno objasniti pojam AIDS, navesti uzročnika AIDS-a (HIV virus) i objasniti načine zaraze HIV-om i načine zaštite. Samo 26 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje sa odgovorom HIV-antigeni, dok je njih 74 % netočno odgovorilo. Najčešći netočni odgovori su: anti-HIV protutijela (63 % učenika je ovako odgovorilo) i pad CD4+ limfocita u krvi (7 % učenika) (Slika 41.2.). Visok postotak netočnih odgovora vjerojatno je posljedica narazumijevanja nastajanje infekcije HIV-om te koje sve stanice sudjeluju, a koje su napadnute.



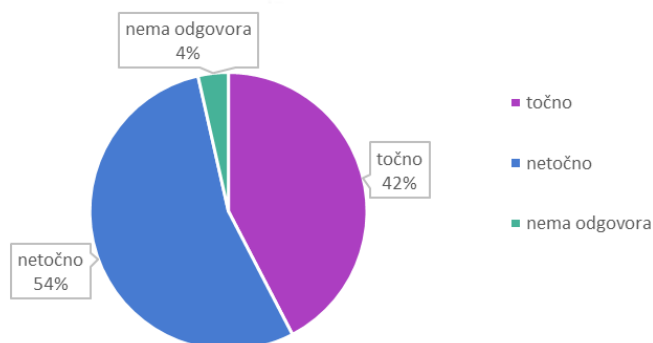
Slika 41.3. Udio učenika koji su odgovorili na 14. c) pitanje: Navedi pune nazive bioloških molekula HIV-a koje su neophodne za njegovo repliciranje u CD4+ limfocitima.

Pitanje sa velikim brojem netočnih odgovora koje ispituje konceptualno razumijevanje te znanje o nastavnoj cjelini bolesti i poremećaji imunološkog sustava. Spada u zadatke kratkog odgovora, razine napredne zahtjevnosti, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene.. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti navesti glavne poremećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka te je za njegovo rješavanje nužno objasniti pojam AIDS, navesti uzročnika AIDS-a (HIV virus) i objasniti načine zaraze HIV-om i načine zaštite. Samo 19 % učenika je točno odgovorilo na ovo pitanje sa odgovorom RNA i reverzna transkriptaza, dok se najviše problem pojavilo uz netočne odgovore: reverzna transkriptaza (21 % učenika), virus humane imunodeficijencije (3 učenika), DNA i RNA (2 odgovora), RNA (7 učenika) (Slika 41.3.). Čak 13 % učenika nije ništa napisalo. Visok postotak netočnih odgovora vjerojatno je posljedica narazumijevanja nastajanje infekcije HIV-om te koje sve stanice sudjeluju, a koje su napadnute.



Slika 41.4. Udio učenika koji su odgovorili na 14. d) pitanje: Zašto HIV nazivamo i latentnim virusom?

Ovim pitanjem ispituje se konceptualno razumijevanje znanje o nastavnoj cjelini bolesti i poremećaja imunološkog sustava. Spada u zadatke kratkog odgovora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Ovim pitanjem, srednje zahtjevnosti, ispituje se makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti navesti glavne poremećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka te je za njegovo rješavanje nužno objasniti pojam AIDS, navesti uzročnika AIDS-a (HIV virus) i objasniti načine zaraze HIV-om i načine zaštite. Na ovom pitanju je čak 61 % učenika je znalo da virus HIV-a ostaje u organizmu godinama u pritajenom stanju i ne mora izazvati infekciju, dok je najviše netočnih odgovora: HIV oslabljuje imunitet (4 % učenika), jer uzrokuje smrt CD4+ limfocita (2 učenika), izaziva imunodefijenciju (1 odgovor), jer se prenosi krvlju (1 odgovor), i njima slični odgovori (Slika 41.4.). Visok postotak netočnih odgovora javlja se kao posljedica narazumijevanja nastajanje infekcije HIV-om te razvojem ove bolesti u tijelu domaćina i posljedicama koje nosi.

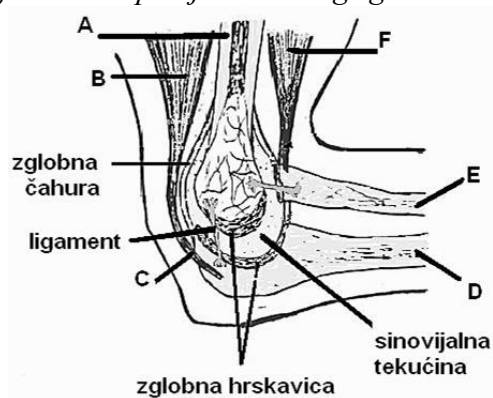


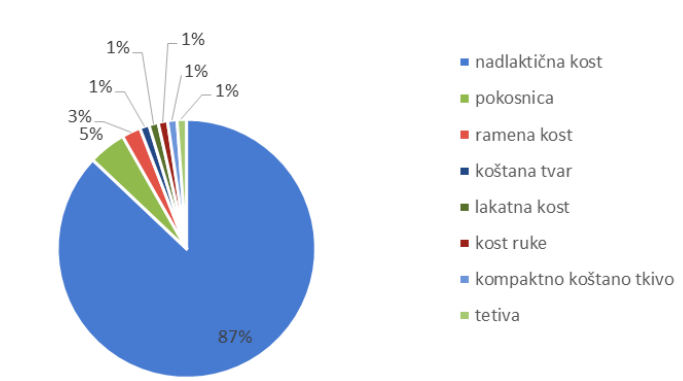
Slika 41.5. Udio učenika koji su odgovorili na 14. d) I. pitanje: Što potvrđuje tvoj odgovor na grafu?

Pitanje, razine napredne zahtjevnosti, ispituje konceptualno razumijevanje znanje o nastavnoj cjelini bolesti i poremećaja imunološkog sustava. Spada u zadatke kratkog odgovora, treće kognitivne razine ili rješavanje problema. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti navesti glavne poremećaje i bolesti organa i organskih sustava čovjeka te je za njegovo rješavanje nužno objasniti pojam AIDS, navesti uzročnika AIDS-a (HIV virus) i objasniti načine zaraze HIV-om i načine zaštite. I u ovom podpitanju je postotak točnih odgovora manji od netočnih; 42 % učenika je odgovorilo kako niska količina HIV-antigena u krvi krot duži period potvrđuje činjenicu da je HIV latentni virus (Slika 41.5.). Malo više od polovice učenika je ovdje netočno odgovorilo: prva krivulja (6 odgovora), smanjen broj CD4+ limfocita (8 odgovora), latentnost HIV virusa (4 odgovora), smanjen broj HIV protutijela (3 odgovora), sinteza anti-HIV protutijela godinama nakon zaraze (2 odgovora) itd.(Slika 41.5.). Visok postotak krivih odgovora javlja se kao posljedica narazumijevanja nastajanje infekcije HIV-om te i razvojem ove bolesti u tijelu domaćina i posljedicima koje nosi.

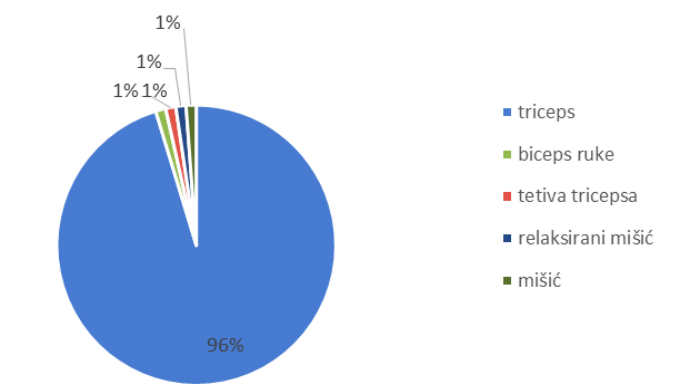
### **Analiza 15. pitanja**

*Slika shematski prikazuje uzdužni presjek lakatnog zgloba.*

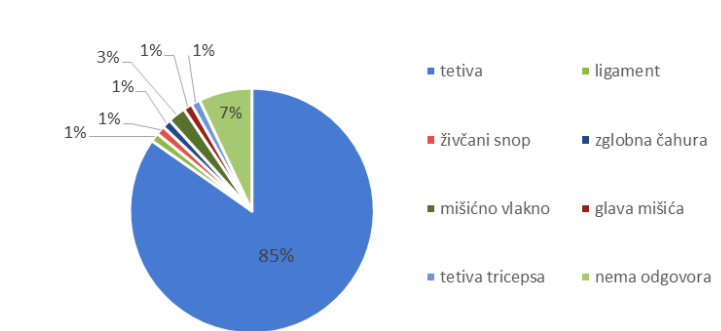




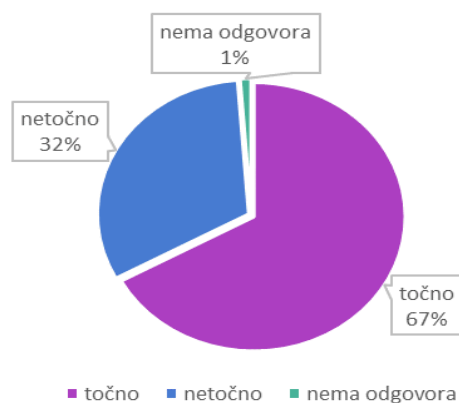
Slika 42.1. Udio učenika koji su odgovorili na 15. a) pitanje: Navedi nazive struktura na slici koje čine lakatni zglob.



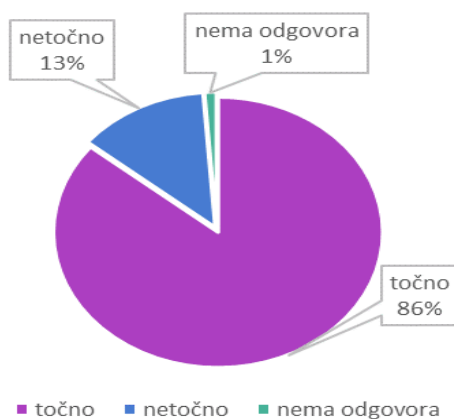
Slika 42.2. Udio učenika koji su odgovorili na 15. a) pitanje: Navedi nazive struktura na slici koje čine lakatni zglob.



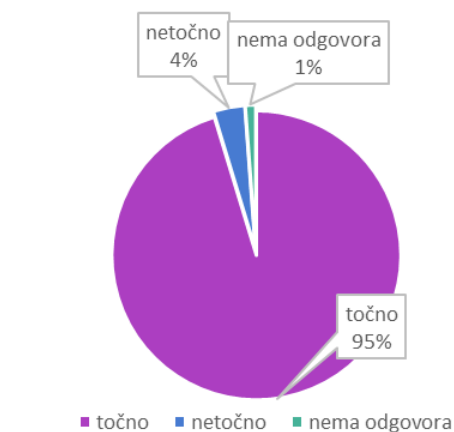
Slika 42.3. Udio učenika koji su odgovorili na 15. a) pitanje: Navedi nazive struktura na slici koje čine lakatni zglob.



Slika 42.4. Udio učenika koji su odgovorili na 15. a) pitanje: Navedi nazive struktura na slici koje čine lakatni zglobov.



Slika 42.5. Udio učenika koji su odgovorili na 15. a) pitanje: Navedi nazive struktura na slici koje čine lakatni zglobov.



Slika 42.6. Udio učenika koji su odgovorili na 15. a) pitanje: Navedi nazive struktura na slici koje čine lakatni zglobov.

Pitanje ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja te također ima visok postotak točnih odgovora, bez većeg broja netočnih. Ispituje znanje iz nastavne

cjeline o sustavu organa za kretanje. Spada u zadatke kratkog odgovora, srednje razine zahtjevnosti, druge je kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 i tu spada konceptualno razumijevanje. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada sustava za kretanje te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati uloge pojedinih dijelova sustava organa za kretanje, analizirati kostur čovjeka, oblik, veličinu i položajkostiju te opisati građu kosti, objasniti građu i funkcijuhorskavice te opisati osnovnu građu i ulogu zglobova. Cijeli zadatak pod slovom a) je uspješno riješen, a možemo ga podijeliti u šest skupina radi lakše analize.

A: Točan odgovor (kost nadlaktice) napisalo je 87 % učenika; netočan odgovor – pokosnica (4 odgovora) (Slika 42.1.).

B: 96 % učenika je točno odgovorilo i napisalo triceps, a samo su četiri netočna odgovora (Slika 42.2.).

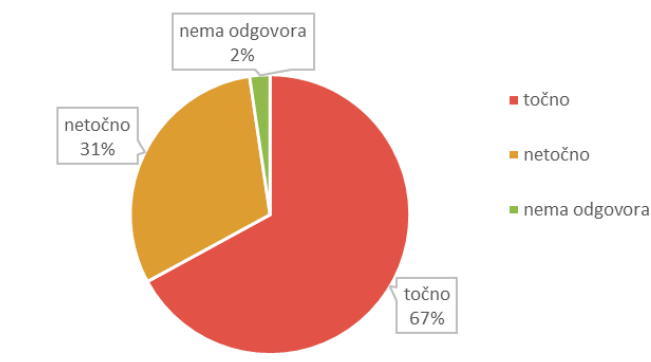
C: Na ovo podpitanje 6 učenika nije odgovorilo, dok je njih 85 % točno odgovorilo – tetiva (Slika 42.3.).

D: Ovdje je došlo do malo većeg broja netočnih odgovora: podlaktična kost (3 odgovora), kost podlaktice (4 odgovora), podlaktična kost (9 odgovora). Većina netočnih odgovora povezana je s tim što učenici nisu znali kako pravilno napisati podlaktica, već su koristili različite nazive: podlakčana kost, podlaktna kost, podlaktična kost itd. Zadatak je relativno dobro riješen no češće provjeravanje ovog sadržaja donijelo bi bolje rezultate. Ovdje je 67 % učenika točno odgovorilo na pitanje – lakatna kost (Slika 42.4.).

E: Točan odgovor (palčana kost) napisalo je 86 % učenika, a samo 13 % ih je netočno odgovorilo, jer jedan učenik nije napisao svoj odgovor (Slika 42.5.).

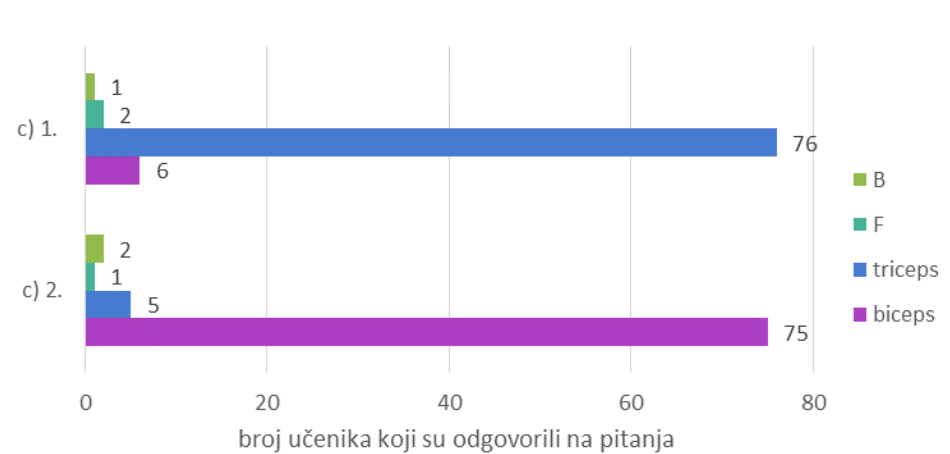
F: 95 % učenika ponudilo je točan odgovor (biceps), 4 % njih je krivo odgovorilo, dok samo jedan učenik nije napisao odgovor (Slika 42.6.).





Slika 42.7. Udio učenika koji su odgovorili na 15. b) pitanje: Koje strukture unutar lakatnog zgloba nemaju vlastitih krvnih žila?

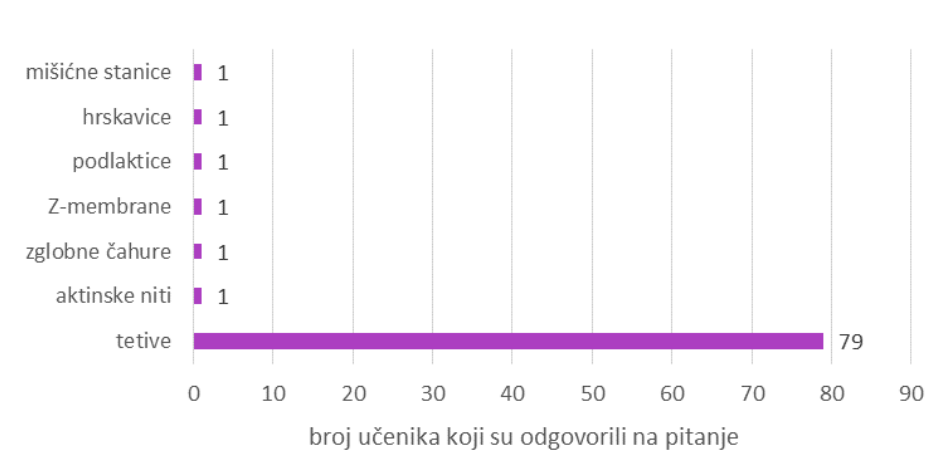
Ovim pitanjem, osnovne zahtjevnosti, ispituje se reproduktivno znanje sadržaja iz nastavne cjeline o sustavu organa za kretanje. Spada u zadatke kratkog odgovora, prve kognitivne razine ili literarnog razumijevanja i reprodukcije. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK1 i tu spada prisjećanje. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada sustava za kretanje te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati uloge pojedinih dijelova sustava organa za kretanje. 67 % učenika je napisalo da zglobne hrskavice nemaju vlastitih krvnih žila, što je točan odgovor (Slika 42.7.). 31 % učenika je netočno odgovorilo na pitanje, a najviše netočnih odgovora je: ligament (16 odgovora) (Slika 42.7.).



Slika 42.8. Broj učenika koji su odgovorili na 15. c) pitanje: I Koji se mišić sa slike kontrahira kako bismo ispružili (izravnali) ruku u laktu? II Koji je mišić sa slike tada relaksiran?

Pitanje, osnovne zahtjevnosti, ispituje konceptualno razumijevanje nastavnog sadržaja o sustavu organa za kretanje te također ima visok postotak točnih odgovora,

bez većeg broja netočnih odgovora. Na prvom dijelu pitanja 89 % učenika je točno odgovorilo triceps, dok je 88 % učenika odgovorilo točno na drugi dio pitanja (Slika 42.8.). Spada u zadatke kratkog odgovora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 i tu spada konceptualno razumijevanje. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada sustava za kretanje te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati uloge pojedinih dijelova sustava organa za kretanje i povezati građu mišićne stanice s temeljnim principom mišićne kontrakcije.

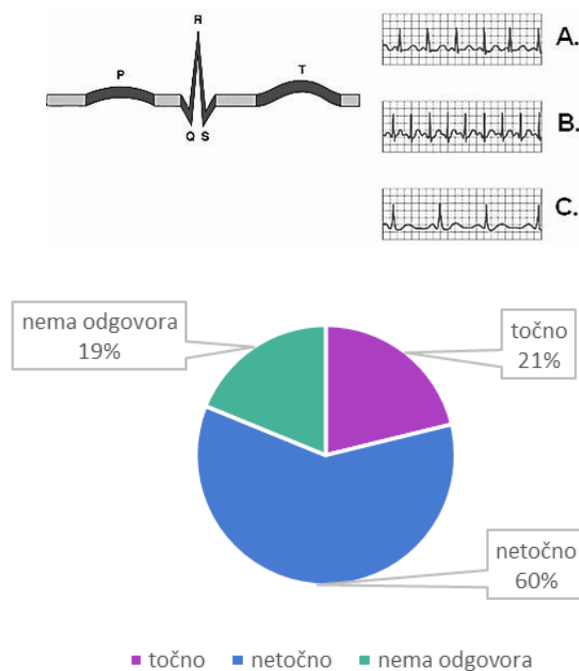


Slika 42.9. Broj učenika koji su odgovorili na 15. d) pitanje: Prilikom podizanja tereta pritegnute \_\_\_\_\_ prenose snagu mišića na kosti.

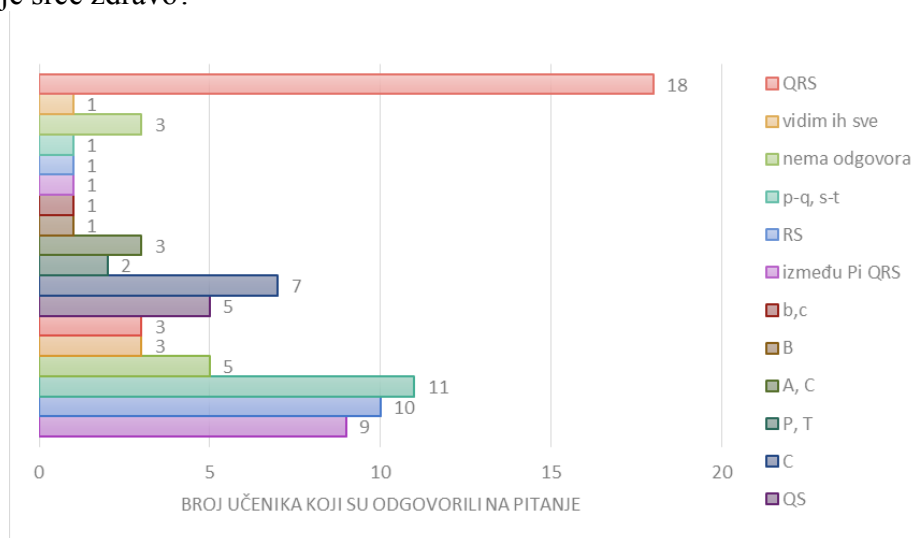
Ovo pitanje spada u zadatke kratkog odgovora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene te spada u osnovnu razinu zahtjevnosti. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 i tu spada konceptualno razumijevanje te je postignut visok postotak točnih odgovora (93 % učenika je točno odgovorilo) (Slika 42.9.). Pitanjem se ispituje makrokoncept Ustrojstvo živih bića – građa i funkcija organizma te ga možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada sustava za kretanje te je za njegovo rješavanje nužno razlikovati uloge pojedinih dijelova sustava organa za kretanje i povezati građu mišićne stanice s temeljnim principom mišićne kontrakcije.

### Analiza 16. pitanja

*Slika prikazuje izdvojenu krivulju elektrokardiograma (EKG) i usporedbu EKG-a (A., B., C.) čovjeka pri poremećajima srčanog ritma i normalnom radu srca.*



Slika 43.1. Udio učenika koji su odgovorili na 16. a) I. pitanje: Ukratko objasni koji se dio srčanog ciklusa i zašto normalno ne zapaža na krivulji EKG-a čovjeka čije je srce zdravo?



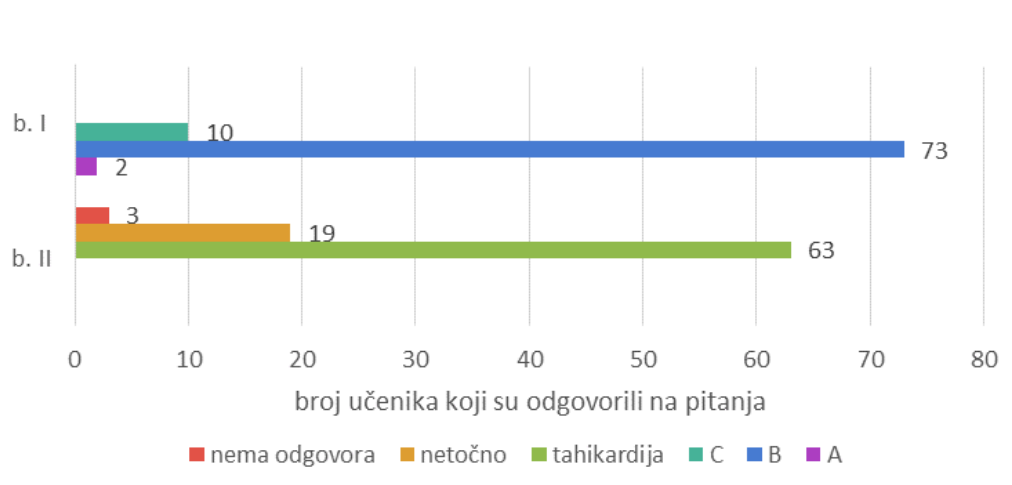
Slika 43.2. Broj učenika koji su odgovorili na 16. a) II. pitanje: Dio ciklusa iz pitanja označen je na EKG-u slovom/ima: \_\_\_\_\_.

Pitanje je složeno od dva podpitanja koja pripadaju zadacima produženog i kratkog odgovora i oba su napredne razine zahtjevnosti. Ovim se pitanjem ispituje strateško razumijevanje sadržaja koristeći podatke sa slike iz uvodnog teksta zadatka uz objašnjenje odgovora. Ispituje znanje iz nastavne cjeline srčanožilni sustav. Dubina znanja, prema Webbu, za ovaj zadatak je DOK3 te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i

način rada srca i krvožilnoga sustava i te je za njegovo rješavanje nužno povezati osnovnu građu srca s njegovom ulogom. No sadržaj koji uključuje analizu EKG-a nije se ispitivao na državnoj maturi 2014.godine. Postotak točnih odgovora po podpitanjima:

I) 21 % učenika je točno odgovorilo na ovo podpitanje, dok 60 % učenika ima problema sa čitanjem grafa i odgovorilo je netočno, dok ih 19% nije odgovorilo na pitanje (Slika 44.1.). Javljaju se nejasnoće u razumijevanju nastavnog sadržaja koji se vežu uz netočne odgovore: sistola pretklijetke (3 odgovora), depolarizacija klijetke (2 odgovora), kontrakcija pretklijetke (2 odgovora), bradikardija (2 odgovora) itd. ( Slika 43.1.).

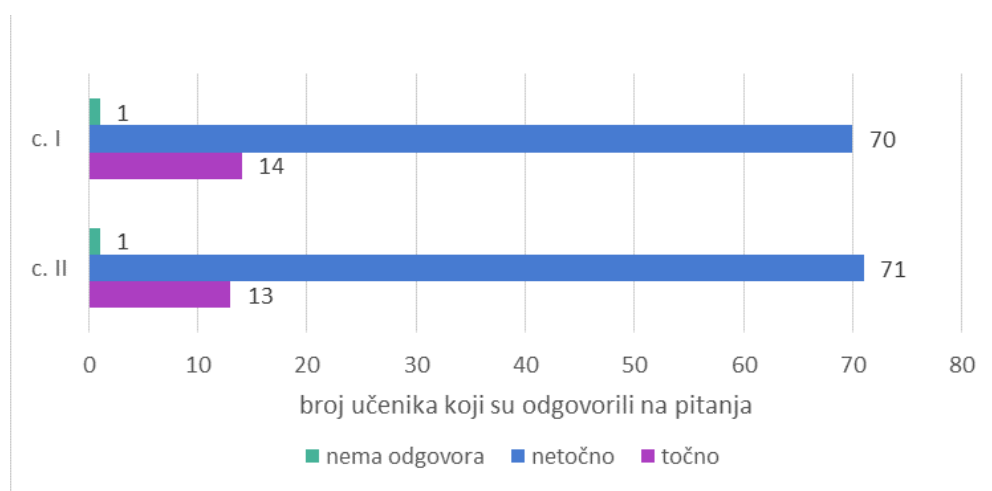
II) U ovom podpitanju ima više netočnih odgovora, 75 % učenika je krivo odgovorio, a njih 21 % je ponudio točan odgovor (Slika 43.2.). Ovdje se javlja velik broj netočnih odgovora jer učenici ne znaju očitati pravilno EKG pa tako ne znaju ni točan odgovor. Uspješnost pitanja je mogla biti veća s obzirom da mu je u nastavnom sadržaju posvećeno dosta vremena, te se logičkim zaključivanjem moglo doći do odgovora. S obzirom na te činjenice, nastavna cjelina je adekvatno obrađena, ali je učenici nisu uspjeli do kraja reproducirati.



Slika 43.3. Broj učenika koji su odgovorili na 16. b) pitanje: Kojim je slovom označen EKG čovjeka čije srce pokazuje veći minutni volumen u odnosu na zdravo srce (koje nije pod opterećenjem, lijekovima, utjecaja hormona i sl.)? Kako ispravno nazivamo ovaj poremećaj?

Pitanje je pripada zadacima kratkog odgovora, srednje razine zahtjevnosti i podijeljeno je na dva podpitanja. U prvom dijelu pitanja točan odgovor bio je B, što je znalo 86 % učenika, dok se miskoncepcije vežu uz netočne odgovore: C (12 % učenika) i A (2 % učenika) (Slika 43.3.). U drugom dijelu pitanja javlja se 22

% netočnih odgovora, dok je 74 % učenika ponudilo točan odgovor – tahikardija. Ovim se pitanjem ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja koristeći podatke sa slike iz uvodnog teksta zadatka uz objašnjenje odgovora. Ispituje znanje iz nastavne cjeline srčanožilni sustav. Dubina znanja, prema Webbu, za ovaj zadatak je DOK2 te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnoga sustava i te je za njegovo rješavanje nužno povezati osnovnu građu srca s njegovom ulogom. No sadržaj koji uključuje analizu EKG-a nije se ispitivao na državnoj maturi 2014.godine.



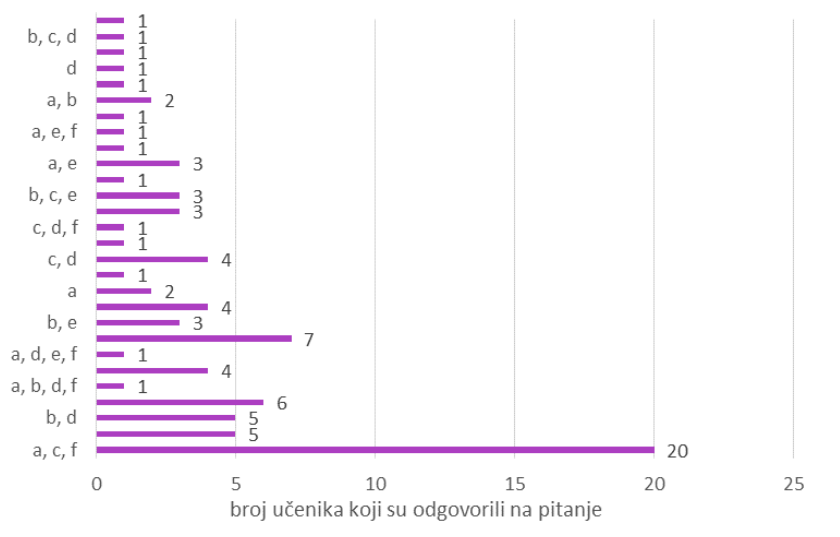
Slika 43.4. Broj učenika koji su odgovorili na 16. c) pitanje: Srčani rad može se ustanoviti i akcijama zalistaka u srcu i velikim krvnim žilama slušanjem zvukova (stetoskopom) na prsnom košu, iznad srca. Prvi ton izazvan je \_\_\_\_\_ zalistaka. Drugi ton izazvan je \_\_\_\_\_ zalistaka.

Pitanje je pripada zadacima nadopunjavanja i spada u razinu napredne zahtjevnosti. U prvom dijelu pitanja točan odgovor bio zatvaranje dvolisnih i trolisnih zalistaka (17 % učenika), dok je u drugom dijelu pitanja točan odgovor - zatvaranjem aortalnih i plućnih zalistaka (15 % učenika) (Slika 43.4.). Velik broj netočnih odgovora javlja se u cijelom zadatku. U oba dijela, samo jedan učenik nije odgovorio na pitanje. Netočni odgovori u prvom dijelu pitanja (82 %): otvaranje bikuspidalnih i trikuspidalnih (10 učenika), otvaranjem srčanih zalistaka (3 učenika), otvaranjem atrio-ventrikularnih zalistaka (3 učenika), otvaranje trolisnih zalistaka (3 učenika), otvaranje semilunarnih zalistaka (5 učenika) i njima slični odgovori (Slika 43.4.). Slično kao i u prvom dijelu zadatka i ovdje je velik postotak netočnih odgovora (84 %). Neki od netočnih odgovora u drugom dijelu zadatka su: otvaranjem semilunarnih

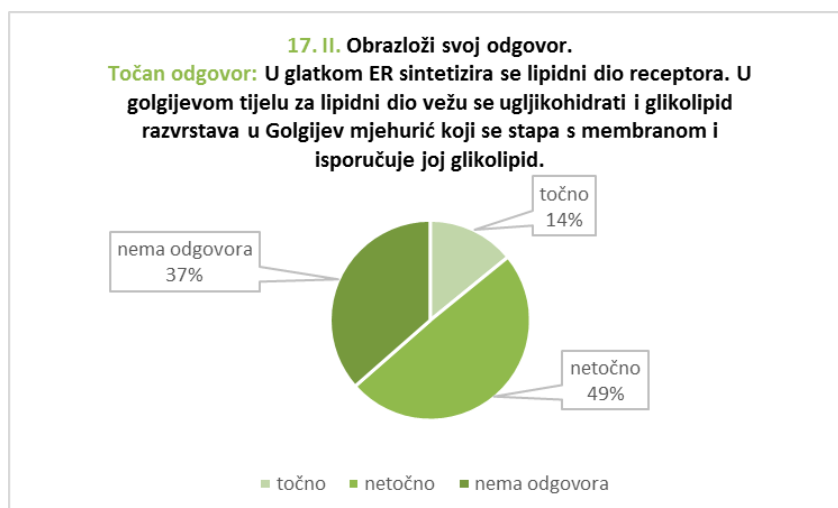
(12 odgovora), otvaranje trikuspidalnih (3 odgovora), zatvaranjem (7 odgovora), kontrakcije klijetkinih zalistaka (3 odgovora) i njima slični (Slika 43.4.). Ovim se pitanjem ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja koristeći podatke sa slike iz uvodnog teksta zadatka uz objašnjenje odgovora. Ispituje znanje iz nastavne cjeline srčanožilni sustav. Dubina znanja, prema Webbu, za ovaj zadatak je DOK2 te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada srca i krvožilnoga sustava i te je za njegovo rješavanje nužno povezati osnovnu građu srca s njegovom ulogom. No sadržaj koji uključuje analizu EKG-a nije se ispitivao na državnoj maturi 2014.godine. Ovdje se javlja velik broj netočnih odgovora jer učenici ne znaju koji ton, prilikom slušanja rada srca, označava što. Normalni srčani zalisci proizvode zvuk kada se zatvaraju, no ne i kada se otvaraju. Osluškivanjem (auskultacijom) srca stetoskopom prvi ton koji se čuje, uzrokovan je zatvaranjem atrioventrikularnih (mitralnog i trikuspidalnog) zalistaka. Drugi ton uzrokovan je zatvaranjem izlaznih (aortalni i pulmonalni) zalistaka. S obzirom na te činjenice, nastavna cjelina je adekvatno obrađena, ali je učenici nisu uspjeli do kraja reproducirati.

### Analiza 17. pitanja

*Receptori na membranama pojedinih tjelesnih stanica su, obzirom na kemijsku građu, glikolipidi.*



Slika 44.1. Broj učenika koji su odgovorili na 17. I. pitanje: Zaokruži dijelove stanice koji sudjeluju u nastajanju receptora iz uvoda zadatka.



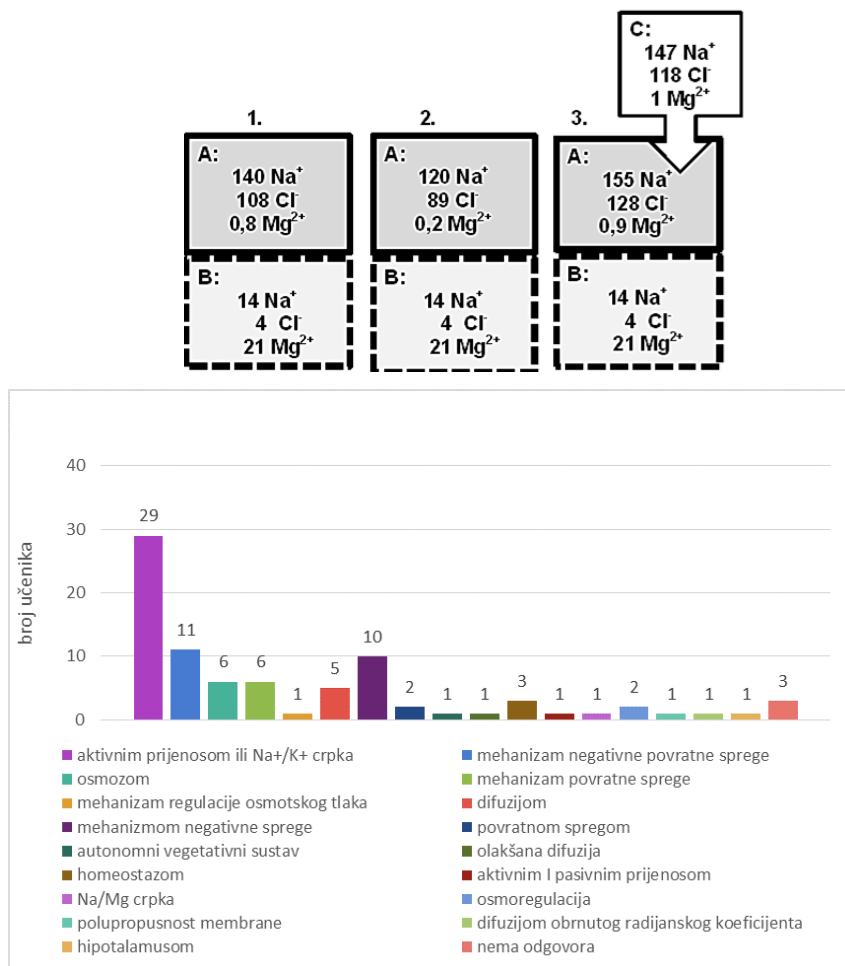
Slika 44.2. Udio učenika koji su odgovorili na 17. II. pitanje: Obrazloži svoj odgovor.

Ovim se pitanjem ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja te se ovdje javlja veći broj netočnih odgovora (Slika 44.1., 44.2.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline o kemijskom sastavu tijela čovjeka te spada u dvoslojne zadatke (prvi dio je zadatak višestrukih kombinacija, dok se u drugom dijelu zadatka od učenika očekuje obrazloženje), druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 i tu spada konceptualno razumijevanje. Ovim pitanjem ispituje se makrokoncept Ravnoteža – pretvorba i pohrana energije. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – razlikovati prokariotsku od eukariotske stanice te objasniti građu i ulogu glavnih organela i struktura eukariotske stanice (biljne i životinjske) te je za njegovo rješavanje nužno opisati građu i objasniti ulogu stanične membrane, opisati model tekućega mozaika, usporediti načine prolaska tvari kroz membranu (pasivno, aktivno – Na/Kcrpka). U prvom dijelu zadatke, srednje zahtjevnosti, 26 % učenika je točno odgovorilo, dok je njih 73 % odgovorilo netočno (Slika 44.1.). Do visokog postotka netočnih odgovora došlo je jer se ovaj nastavni sadržaj obrađuje u prethodnim razredima srednje škole i učenici su "pogađali" odgovore. U drugom dijelu zadatke, napredne razine zahtjevnosti, 37 % učenika nije napisalo odgovor, 49 % odgovora bilo je netočno, a samo 14 % učenika je napisalo točno obrazloženje odgovora iz prethodnog zadatke (Slika 44.2.). Više netočnih odgovora upućuje na činjenicu da su učenici "pogađali" odgovore jer ne znaju zapravo koji dijelovi stanice sudjeluju u nastajanju receptora membrane, kao ni uloge pojedinih dijelova stanice. Uz veliku

količinu nastavnog sadržaja u višim razredima srednje škole, građa biomembrane se ne obrađuje.

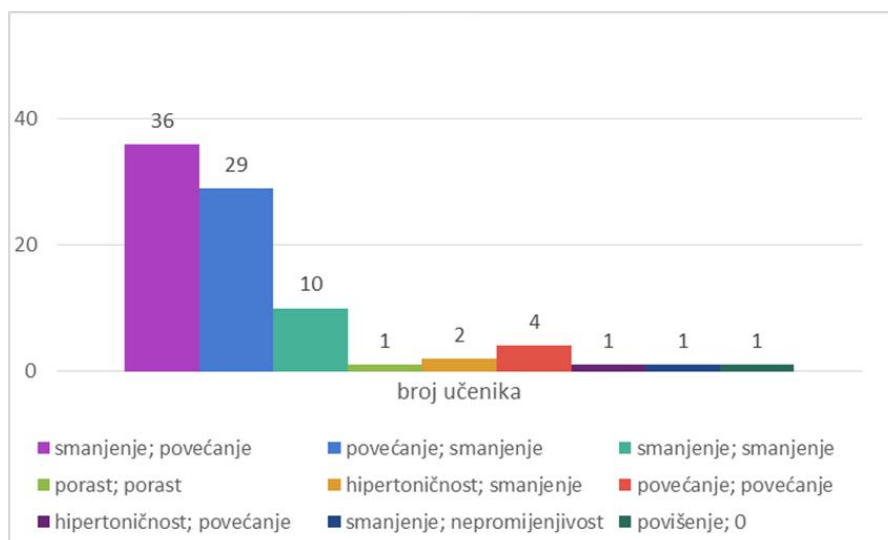
### Analiza 18. pitanja

Promotri slike 1., 2., 3. koje prikazuju različite koncentracije osmotski aktivnih tvari (mmol/L) u citoplazmi neurona i izvanstaničnoj tekućini (slova A, B).

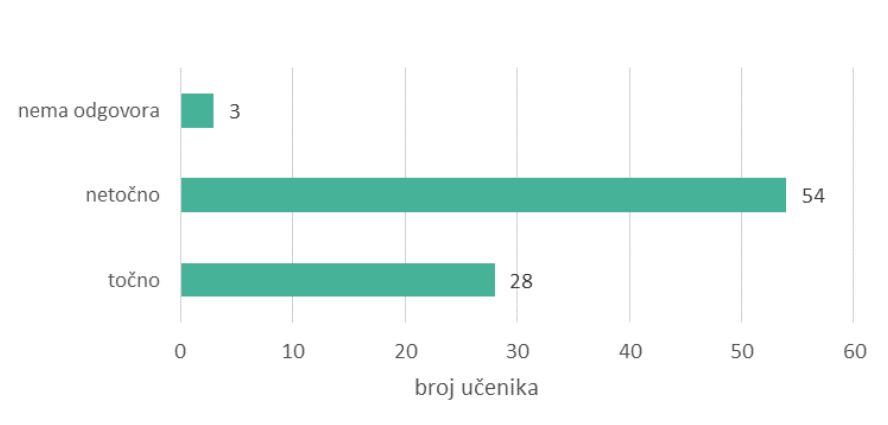


Slika 45.1. Broj učenika koji su odgovorili na 18. a) pitanje: Slika 1. prikazuje homeostatske koncentracije osmotski aktivnih tvari u citoplazmi neurona i izvanstaničnoj tekućini zdrave osobe. Kojim mehanizmom neuron održava nadzor staničnog volumena?

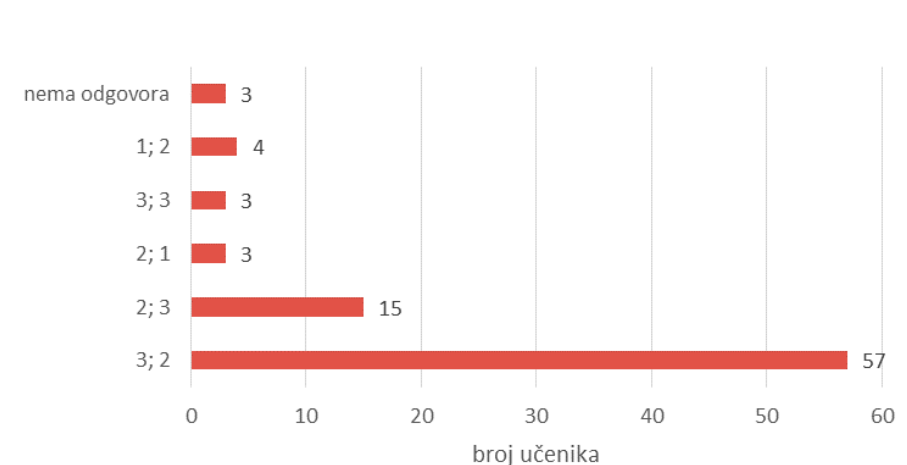




Slika 45.2. Broj učenika koji su odgovorili na 18. b) pitanje: Poremećaj koji prikazuje slika 2. će u odnosu na homeostatsko stanje izazvati osmotskog tlaka izvanstanične tekućine i volumena citoplazme neurona.



Slika 45.3. Broj učenika koji su odgovorili na 18. c) pitanje: Na slici 3. otopini A dodaje se 0,5 L otopine C. Koji će biti konačni učinak dodane otopine na volumen i osmolarnost citoplazme neurona?



Slika 45.4. Broj učenika koji su odgovorili na 18. d) pitanje: Kojim je brojem označena slika poremećaja homeostatske osmolarnosti izvanstanične tekućine koji u stvarnom životu može biti uzrokovan pretjeranim izlučivanjem?

Pitanje ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja te ispituje znanje iz nastavne cjeline kemijski sastav tijela čovjeka i održavanje homeostaze. Sastavljeno je od četiri podpitanja koji se razlikuju po tipu zadatka. Dubina znanja za ovaj cjelokupni zadatak je DOK2 konceptualno razumijevanje te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti kemijski sastav tijela čovjeka i analizirati ulogu glavnih anorganskih i organskih spojeva te je za njegovo rješavanje nužno objasniti važnost održavanja osmotske ravnoteže u organizmu, ali i poznavati kemijski sastav čovjeka.

#### *Analiza pojedinih podpitanja:*

a) pitanje, srednje razine zahtjevnosti, pripada zadacima kratkog odgovora i 34 % učenika je točno odgovorilo na pitanje (aktivni prijenos), dok je 62 % učenika netočno odgovorilo (Slika 45.1.). Tri učenika nisu odgovorila na ovo pitanje. Postoji velik broj netočnih odgovora: mehanizam negativne povratne sprege (13 %), osmoza (7 %), mehanizam povratne sprege (7 %), mehanizam negativne sprege (12 %), difuzija (6 %) itd. (Slika 45.1.). Do ovako velikog broja netočnih odgovora došlo je zbog relativno slabe obrađenosti nastavnog sadržaja; u zadatku je napisana riječ mehanizam što je učenike asociralo na mehanizam negativne povratne sprege ili povratne sprege – što znači i da je zadatak krivo postavljen. No učenici su mogli iz slike, pomoću natrijevih i kloridnih iona, zaključiti kako se radi o  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  crpki.

b) pitanje pripada zadacima nadopunjavanja te je također srednje razine zahtjevnosti. 42 % učenika je točno odgovorilo na pitanje (smanjenje; povećanje), dok

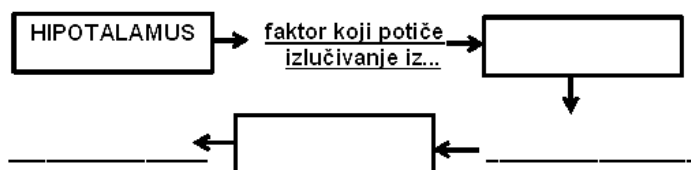
je 58 % učenika netočno odgovorilo: povećanje; smanjenje (34 %), smanjenje; smanjenje (12 %), povećanje; povećanje (5 %) itd. (Slika 45.2.). Do visokog postotka netočnih odgovora došlo jer su učenici "pogađali" odgovore jer je zadatak tako postavljen da su mogli zaključiti da se radi o smanjenju ili povećanju, samo nisu znali povećava li se osmotski tlak ili volumen citoplazme.

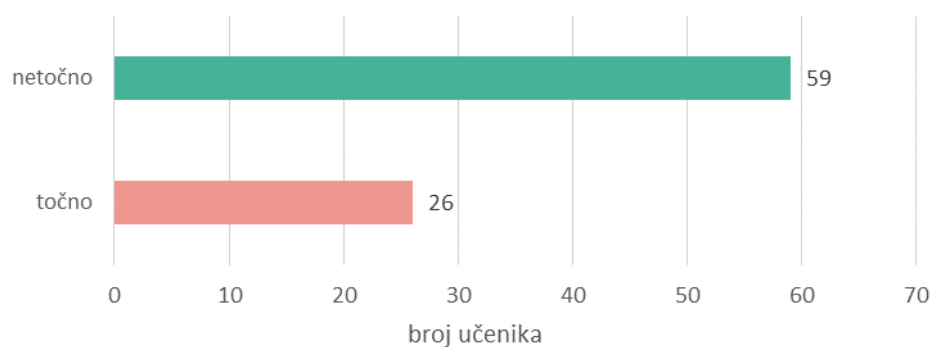
c) treće podpitanje pripada zadacima kratkog odgovora, napredne je razine zahtjevnosti i 33 % učenika je odgovorilo točno (smanjuje se volumen; povećava osmolarnost), 64 % učenika je netočno odgovorilo, a 3 % učenika nije uopće odgovorilo na pitanje (Slika 45.3.). Ovdje se pojavio veći broj netočnih odgovora: volumen se poveća i osmotski tlak (24 %); smanjenje volumena i tlaka (5 %); porast volumena i smanjenje tlaka (7 %); povećanje volumena (6 %); smanjenje volumena (5 %) itd. (Slika 45.3.). Učenici su trebali znati ili logično zaključiti: Što je viši osmotski tlak otopine, to je manja koncentracija vode, a veća koncentracija otopljenih tvari. A na slici tri se otopini A dodaje dodatna količina natrijevih i kloridnih iona. Za razliku od prethodnog zadatka, postotak netočnih odgovora se povećao i to zbog toga što je vjerojatno opet većina učenika "pogađala" odgovor jer su u prethodnom zadatku trebali isto odgovoriti o povećanju/smanjenju tlaka/volumena citoplazme. Moguć je još jedan razlog, a to je loša obrada ovog nastavnog sadržaja.

d) četvrto pitanje spada u skupinu zadataka nadopunjavanja, srednje razine zahtjevnosti i ovdje dolazi do većeg broja točnih odgovora (67 %) od netočnih (29 %), a samo tri učenika nisu odgovorila na pitanje (Slika 45.4.). Netočni odgovori koji se javljaju: slika 2; slika 3 (18 %), slika 2; slika 1 (4 %), slika 1; slika 2 (5%) itd. (Slika 45.4.). Da bi učenici točno odgovorili na pitanje, prvo trebaju razumijeti događaje sa slike iz uvodnog teksta, ali i uloge aldosterona i ADH. Učenici koji su mogli izvući podatke sa slike su točno odgovorili, a kod netočnih odgovora, došlo je opet do "pogađanja" odgovora.

### Analiza 19. pitanja

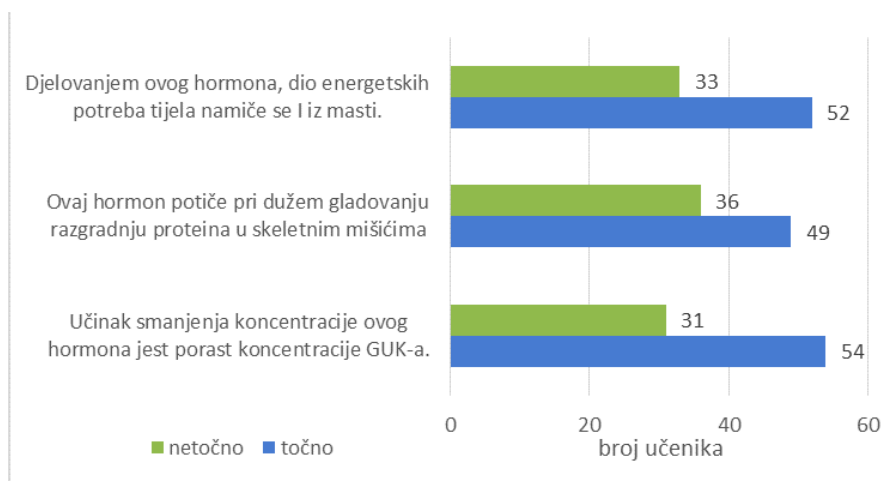
*Koncentracija nekog hormona u krvi raste kao reakcija organizma na fizičku traumu. Liječnici, također, temeljem raznovrsnih učinaka tog hormona prepisuju lijekove koji sadrže sintetizirani oblik tog hormona npr. Za sprječavanje razvoja upalnih procesa pri stanju reumatoidnog artritisa.*





Slika 46.1. Broj učenika koji su odgovorili na 19. a) pitanje: Na osnovu podataka iz uvodnog teksta, dovrši shemu tako da u kvadratiće upišeš puni naziv organa, a na prazne crte puni naziv faktora koji nadzire lučenje tog hormona u tijelu i u konačnici naziv tog hormona.

Ovo podpitanje, srednje zahtjevnosti, spada u zadatke konceptualne tablice, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Prema Webbu, dubina znanja za ovaj zadatak je DOK2 i tu spada konceptualno razumijevanje te je postignut visok postotak netočnih odgovora (70 % učenika je netočno odgovorilo), dok je 30 % učenika odgovorilo točno (Slika 46.1.). Pitanjem se ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija te ga možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada endokrinog sustava te je za njegovo rješavanje nužno navesti hormone pojedinih žlijezda i njihovu ulogu. Ovom nastavnom sadržaju treba posvetiti više pažnje jer ako učenici ne poznaju pojedine žlijezde i hormone koje proizvode, onda nisu mogli točno ni odgovoriti na pitanje.



Slika 46.2. Broj učenika koji su odgovorili na 19. b) pitanje: Ako smatraš da je tvrdnja točna zaokruži slovo T, ako smatraš da je tvrdnja netočna, zaokruži slovo N.

Pitanjem, srednje zahtjevnosti, se ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, reakcija, regulacija te ga možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada endokrinog sustava te je za njegovo rješavanje nužno navesti hormone pojedinih žlijezda i njihovu ulogu. Pitanje ispituje konceptualno razumijevanje sadržaja sa različitim postotkom netočnih i točnih odgovora (Slika 46.2.). Ispituje znanje iz nastavne cjeline žlijezde s unutarnjim izlučivanjem. Ovaj zadatak spada u zadatke alternativnog izbora, druge kognitivne razine ili konceptualnog razumijevanja i primjene. Dubina znanja, prema Webbu, za ovaj zadatak je DOK2 konceptualno razumijevanje te se njime ispituje makrokoncept Međuovisnost – uvjetovanost, regulacija, reakcija. Ovo pitanje možemo povezati sa ishodom državne mature 2014. godine – objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada endokrinog sustava te je za njegovo rješavanje nužno navesti hormone pojedinih žlijezda i njihovu ulogu. Postotak točnih odgovora po podpitanjima:

- a) Učinak smanjenja koncentracije ovog hormona jest porast koncentracije GUK-a. – 64 % točno zaokruženih odgovora i 36 % netočnih (Slika 46.2.).
- b) Ovaj hormon potiče pri dužem gladovanju razgradnju proteina u skeletnim mišićima. – 58 % točnih odgovora i 42 % netočnih odgovora (Slika 46.2.).
- c) Djelovanjem ovog hormona dio energetske potrebe tijela namiče se i iz masti. – 61 % točno zaokruženih odgovora i 39 % netočnih odgovora (Slika 46.2.).

Velik postotak netočnih odgovora (slika 46.2.) zbog mogućnosti "pogađanja" odgovora (šanse koje učenik ima da zaokruži točan odgovor su 50:50) jer ako učenici ne znaju koji hormon je zapravo odgovor u prvom dijelu zadatka, onda neće znati ni njegovo djelovanje.

#### **4.3. Metrijska analiza**

Kako bi se utvrdio udio učenika koji je točno riješio zadatak, izračunava se Indeks težine ( $p$  – vrijednost). Kod zadataka višestrukog izbora,  $p$  – vrijednost se izračunava kao postotak od maksimalnog broja bodova na zadatku te što je  $p$  vrijednost veća, zadatak je lakši i obrnuto. Zadaci koji su prelagani i učenici ih s lakoćom rješavaju zapravo ne da ju previše korisnih informacija o mjerenoj osobini jer ne dolazi do razlike između učenika. Najkorisniji su zadaci koji su osrednje teški za ispitanu populaciju učenika. Najkorisniji zadaci su oni osrednje teški jer tu već dolazi do

vidljivijih promjena u populaciji učenika. Zadaci na natjecanjima trebaju biti raspoređeni u nekoliko skupina, određenih kognitivnih razina i razina zahtjevnosti kako bi se na kraju mogli lakše razlikovati učenici koji posjeduju ključna znanja i vještine od onih koji ih ne posjeduju. Indeks diskriminativnosti (ID) zadatka računa se kao korelacija zadatka i učinka na cijelom testu. Metrijska analiza pitanja na školskom natjecanju (Tablica 3) pokazala je kako su pojedina pitanja prelagana i učenici su ih s lakoćom riješili – primjer zadatak 13. školskog natjecanja (šifra zadatka S18) gdje je 153 učenika odgovorilo točno broj kutnjaka i 124 je ponudilo točan odgovor odustnosti pretkutnjaka. Kod pitanja alternativnog izbora 19. (šifra pitanja S44) učenici su postigli visoka postotak riješenosti jer su odgovore mogli pogoditi bez da znaju koji je točan odgovor.

Tablica 3. Metrijska analiza pitanja na školskom natjecanju (pitanja s dobrim indeksom težine i diskriminativnosti označena su podebljano)

Školsko natjecanje	Indeks težine (p)	Indeks diskriminativnosti (ID)	Školsko natjecanje	Indeks težine (p)	Indeks diskriminativnosti (ID)
S1	<b>38,80</b>	<b>0,27</b>	S34	<b>58,47</b>	<b>0,28</b>
S2	<b>34,97</b>	<b>0,24</b>	S35	<b>61,75</b>	<b>0,33</b>
S3	<b>45,36</b>	<b>0,13</b>	S36	<b>63,93</b>	<b>0,33</b>
S4	86,89	0,07	S37	<b>69,95</b>	<b>0,28</b>
S5	<b>58,47</b>	<b>0,27</b>	S38	85,25	<b>0,25</b>
S6	11,48	0,09	S39	79,78	<b>0,31</b>
S7	<b>34,97</b>	<b>0,17</b>	S40	73,22	<b>0,37</b>
S8	25,14	<b>0,17</b>	S41	<b>68,31</b>	<b>0,38</b>
S9	84,70	<b>0,15</b>	S42	<b>66,12</b>	<b>0,42</b>
S10	<b>40,98</b>	0,12	S43	79,23	<b>0,33</b>
S11	86,89	<b>0,19</b>	S44	<b>55,19</b>	0,02
S12	<b>57,92</b>	<b>0,21</b>	S45	<b>48,63</b>	0,09
S13	91,26	0,08	S46	<b>46,99</b>	-0,03
S14	74,32	<b>0,21</b>	S47	<b>61,75</b>	-0,04
S15	84,70	<b>0,19</b>	S48	<b>69,95</b>	0,05
S16	<b>51,37</b>	<b>0,19</b>	S49	75,96	0,10
S17	83,06	<b>0,19</b>	S50	86,34	<b>0,15</b>
S18	<b>67,76</b>	<b>0,20</b>	S51	<b>53,01</b>	<b>0,23</b>
S19	72,68	0,10	S52	<b>63,39</b>	0,02
S20	86,89	0,10	S53	<b>67,76</b>	<b>0,19</b>
S21	<b>46,99</b>	<b>0,23</b>	S54	84,15	0,11
S22	75,96	<b>0,26</b>	S55	<b>51,91</b>	-0,07
S23	74,86	<b>0,17</b>	S56	<b>35,52</b>	0,03
S24	<b>36,07</b>	<b>0,42</b>	S57	<b>39,34</b>	0,08
S25	79,78	<b>0,19</b>	S58	73,22	<b>0,27</b>
S26	29,51	0,14	S59	<b>20,22</b>	<b>0,17</b>
S27	<b>35,52</b>	<b>0,31</b>	S60	<b>46,99</b>	<b>0,23</b>
S28	<b>41,53</b>	<b>0,17</b>	S61	<b>24,04</b>	0,01
S29	<b>58,47</b>	<b>0,20</b>	S62	79,78	<b>0,19</b>
S30	<b>39,34</b>	<b>0,15</b>	S63	<b>60,66</b>	<b>0,36</b>
S31	<b>68,85</b>	<b>0,22</b>	S64	<b>51,91</b>	<b>0,44</b>
S32	<b>68,31</b>	<b>0,28</b>	S65	<b>56,83</b>	<b>0,36</b>
S33	<b>66,67</b>	<b>0,28</b>	S66	<b>53,01</b>	<b>0,36</b>

Metrijskom analizom pitanja na županijskom natjecanju (Tablica 4) uočeno je kako je ovdje bilo više pitanja na koja učenici nisu mogli prisjećanjem dati odgovor već su morali koristiti više znanja i vještina za uspješno rješavanje. Osim iznimaka pitanja Z16, Z28, Z55 kod kojih su mogli zaključiti iz uvodnog dijela koji je točan odgovor.

Tablica 4. Metrijska analiza pitanja na županijskom natjecanju (pitanja s dobrim indeksom težine i diskriminativnosti označena su podebljano)

Županijsko natjecanje	Indeks težine (p)	Indeks diskriminativnosti (ID)	Županijsko natjecanje	Indeks težine (p)	Indeks diskriminativnosti (ID)
<b>Z1</b>	<b>36,47</b>	-0,05	<b>Z31</b>	17,65	0,00
<b>Z2</b>	<b>75,29</b>	<b>0,16</b>	<b>Z32</b>	72,94	0,02
<b>Z3</b>	<b>58,82</b>	0,07	<b>Z33</b>	<b>42,35</b>	0,09
<b>Z4</b>	27,06	<b>0,16</b>	<b>Z34</b>	82,35	-0,09
<b>Z5</b>	<b>45,88</b>	0,07	<b>Z35</b>	95,29	-0,05
<b>Z6</b>	81,18	0,05	<b>Z36</b>	83,53	-0,05
<b>Z7</b>	76,47	<b>0,24</b>	<b>Z37</b>	67,06	-0,02
<b>Z8</b>	77,65	<b>0,16</b>	<b>Z38</b>	85,88	-0,05
<b>Z9</b>	77,65	0,02	<b>Z39</b>	95,29	-0,05
<b>Z10</b>	72,94	0,07	<b>Z40</b>	23,53	-0,05
<b>Z11</b>	<b>60,00</b>	0,00	<b>Z41</b>	89,41	-0,09
<b>Z12</b>	<b>47,06</b>	-0,02	<b>Z42</b>	90,59	-0,09
<b>Z13</b>	<b>65,88</b>	-0,02	<b>Z43</b>	92,94	-0,12
<b>Z14</b>	<b>63,53</b>	0,00	<b>Z44</b>	21,18	-0,02
<b>Z15</b>	70,59	0,00	<b>Z45</b>	21,18	0,02
<b>Z16</b>	92,94	0,02	<b>Z46</b>	82,35	0,05
<b>Z17</b>	71,76	0,05	<b>Z47</b>	74,12	-0,05
<b>Z18</b>	<b>55,29</b>	0,02	<b>Z48</b>	16,47	-0,02
<b>Z19</b>	<b>32,94</b>	-0,05	<b>Z49</b>	14,12	-0,09
<b>Z20</b>	<b>36,47</b>	-0,09	<b>Z50</b>	11,76	-0,05
<b>Z21</b>	<b>32,94</b>	-0,21	<b>Z51</b>	14,12	0,00
<b>Z22</b>	<b>37,65</b>	-0,09	<b>Z52</b>	29,41	-0,02
<b>Z23</b>	76,47	0,02	<b>Z53</b>	<b>42,35</b>	0,02
<b>Z24</b>	<b>37,65</b>	0,12	<b>Z54</b>	<b>32,94</b>	0,00
<b>Z25</b>	<b>61,18</b>	0,07	<b>Z55</b>	<b>31,18</b>	-0,03
<b>Z26</b>	<b>41,18</b>	-0,05	<b>Z56</b>	<b>30,59</b>	-0,02
<b>Z27</b>	84,71	0,02	<b>Z57</b>	<b>63,53</b>	-0,02
<b>Z28</b>	80,00	0,05	<b>Z58</b>	<b>57,65</b>	0,00
<b>Z29</b>	80,00	0,07	<b>Z59</b>	<b>61,18</b>	0,00
<b>Z30</b>	25,88	0,09			

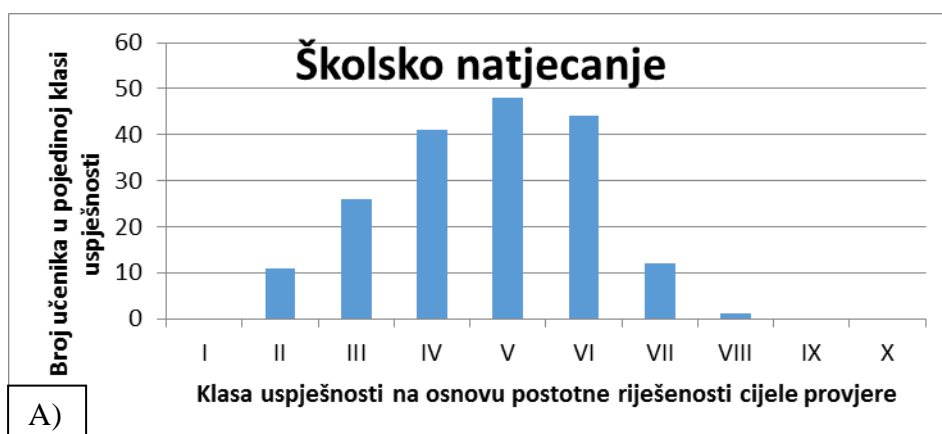
#### 4.4. Analiza odabira odgovora na pitanja na osnovu klasa uspješnosti

Uz analizu pitanja biti će istaknuti uočeni problemi pri svladavanju bioloških koncepata prema metodologiji koju je koristila Lukša (2011) analizom odabira odgovora na pitanja na osnovu klasa uspješnosti prema postotku riješenosti ukupne provjere. Uz pretpostavku da učestalost odabira točnog odgovora po klasama ukupnog uspjeha učenika prema postotnoj riješenosti pitanja (tablica 5) ukazuje na postojanje mogućih problema u savladavanju nastavnih sadržaja ili moguće miskoncepcije,

izvršena je analiza postotnog udjela odabira pojedinog distraktora prema klasama ukupnog uspjeha učenika. Ako se bilo koji od distraktora pojavljuje jednako u svim klasama učenika, pretpostavlja se da možemo govoriti o postojanju miskoncepcija. Definirano je deset klasa na temelju postotnih vrijednosti uspjeha učenika pri rješavanju cijele provjere, pri čemu su učenici s uspjehom do 10% svrstani u I. klasu, a oni s uspjehom od 90 i više kao klasa X. (Tablica 5., Slika 48.).

Tablica 5. Klase uspješnosti na osnovu ukupne postotne riješenosti cijele provjere

Klasa uspješnosti	Postotak ukupne riješenosti provjere	Školsko natjecanje (srednja postotna riješenost u klasi)	Županijsko natjecanje (srednja postotna riješenost u klasi)
<b>I.</b>	0 – 10%		
<b>II.</b>	11 – 20%	25,45	45,97
<b>III.</b>	21 – 30%	34,69	36,91
<b>IV.</b>	31 – 40%	44,27	44,46
<b>V.</b>	41 – 50%	54,46	54,41
<b>VI.</b>	51 – 60%	64,11	62,00
<b>VII.</b>	61 – 70%	72,75	
<b>VIII.</b>	71 – 80%	88,00	
<b>IX.</b>	81 – 90%		
<b>X.</b>	91 – 100%		



Slika 47. Udio učenika prema klasama uspješnosti rješavanja A) Školsko natjecanje za 3. razred gimnazije za Zagreb; B) Županijsko natjecanje za 3. razred gimnazije



Analizom školskih natjecanja (Slika 47. A ) može se uvidjeti kako između klasa III-VII najvjerojatnije postoje miskoncepcije koje se javljaju pri rješavanju pojedinih pitanja (uz pitanja 61, 59, 27, 24, 8, 6, 1), dok se na županijskom natjecanju ističu klase III-VI (Slika 47. B) te tu najvjerojatnije dolazi do pojava miskoncepcija uz pitanja 1, 4, 19, 20, 21, 22, 24, 30, 31, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52.

#### 4.5. Kognitivne kompetencije potrebne za rješavanje pojedinog pitanja

Na školskom natjecanju konceptualno razumijevanje i primjena znanja provjerava se s 61 % pitanja, reprodukcija znanja s 27 %, a rješavanje problema s 1 % pitanja (tablica 6). Pitanja županijske razine natjecanja provjeravaju u 72 % primjenu znanja i konceptualno razumijevanje učenika, dok je 20 % zadataka vezano uz provjeru reproduktivnih znanja i literaturnog razumijevanja predstavljenih sadržaja, a 8 % zadataka provjerava više kognitivne kompetencije (tablica 6).

Tablica 6. Raspodjela pitanja na školskom i županijskom natjecanju s obzirom na kognitivne razine koje se ispituju pitanjem

Razina Natjecanja	Kognitivna razina pitanja		
	I.	II.	III.
Školsko	18	40	8
Županijsko	12	42	5

Iz analize rezultata učenika koji su se plasirali među 10 % najboljih u RH, a školu pohađaju u Zagrebu (tablica 7.) može se uočiti da uspjeh na školskoj razini natjecanja ne mora biti odrednica uspjeha na višim razinama, na što ukazuje uspjeh većine najuspješnijih učenika iz Zagreba. Nesrazmjer broja riješenih zadataka najuspješnijih učenika na obje razine natjecanja i postignutog mjesta u poretku natjecanja, posljedica je različitog broja bodova koji nisu uzeti u obzir pri ovoj analizi.

Tablica 7. Usporedba broja točno riješenih zadataka na obje razine natjecanja kod najuspješnijih učenika u Zagrebu

	Kognitivna razina	Učenica 1	Učenica 2	Učenik 1	Učenica 3	Učenica 4
Školsko natjecanje	I.	15	10	13	13	11
	II.	33	31	31	30	28
	III.	7	6	5	5	6
	Poredak	2.	28.	31.	35.	64.
Županijsko natjecanje	I.	6	10	8	9	8
	II.	20	26	28	25	22
	III.	0	2	1	4	4
	Poredak	4.	4.	3.	4.	4.

Može se uočiti da se korelacijom uspjeha učenika može odjeliti najuspješnije učenike (Tablica 8.). Zbog čvrste povezanosti uspjeha uspješnih učenika, uočava se da na uspjeh učenika veliki utjecaj ima riješenost pitanja druge kognitivne razine u više od 70 % te rješavanje prve i treće razine s više od 60 %, kao što je pokazalo školsko natjecanje. Na osnovu rezultata županijskog natjecanja može se uočiti važnost povećavanja udjela zadataka treće kognitivne razine na toj razini natjecanja, jer u protivnom veliki uspjeh postižu i učenici koji uopće nisu riješili zadatke koji traže sposobnost rješavanja problema ili je ona iskazana u vrlo malom obinu (do 40 %).

Tablica 8. Povezanost uspjeha učenika pri rješavanju zadataka s obzirom na kognitivne razine

<i>Sorensenov indeks korelacije</i>	<i>Učenica 1</i>	<i>Učenica 2</i>	<i>Učenik 1</i>	<i>Učenica 3</i>	<i>Učenica 4</i>
<b>Učenica 1</b>	1,00				
<b>Učenica 2</b>	0,94	1,00			
<b>Učenik 1</b>	0,95	0,99	1,00		
<b>Učenica 3</b>	0,96	0,99	0,99	1,00	
<b>Učenica 4</b>	0,96	0,99	0,99	1,00	1,00

Tablica 9. Povezanost uspješnosti rješavanja različitih kognitivnih razina

<i>Sorensenov indeks korelacije</i>	<i>SI.</i>	<i>SII.</i>	<i>SIII.</i>	<i>ZI.</i>	<i>ZII.</i>	<i>ZIII.</i>
<b>SI.</b>	1,00					
<b>SII.</b>	0,62	1,00				
<b>SIII.</b>	0,21	0,43	1,00			
<b>ZI.</b>	-0,81	-0,43	-0,56	1,00		
<b>ZII.</b>	-0,38	-0,11	-0,82	0,68	1,00	
<b>ZIII.</b>	-0,53	-0,89	-0,47	0,55	0,08	1,00

Korelacija uspjeha učenika na školskom i županijskom natjecanju s obzirom na kognitivnu razinu riješenih zadataka (tablica 9.) kao odraz uspješnosti učenika u savladavanju bioloških koncepata potvrđuje da uspješnost pri rješavanju zadataka I. razine ne garantira konceptualno razumijevanje i uspješnost pri rješavanju problema (školska razina), ali isto tako da učenici koji su bolje savladali teoretske osnove na reproduktivnoj razine imaju veće šanse uspješno riješiti zadatke koji traže konceptualno razumijevanje, ali ima slabiji utjecaj na uspjeh pri rješavanju problema.

## 5. RASPRAVA

Pri analizi odgovora učenika na svako pojedino pitanje sa školskog i županijskog natjecanja subjektivnom procjenom je uočen velik broj podudaranja u točnim i netočnim odgovorima kod učenika iz iste škole, a zadatke su učenici najviše rješavali primjenom reproduktivnog znanja. Na stručnom skupu za članove Državnog povjerenstva za Natjecanje iz biologije održanom 3.1. 2013. u Zagrebu autori pitanja na natjecanjima, suglasili su se oko oblikovanja zadataka i konstrukcija pisanih provjera na svim razinama natjecanja, te je tad određeno kako bi na školskom natjecanju trebalo biti otprilike 1/3 zadataka I. kognitivne razine, otprilike 2/3 zadataka II. kognitivne razine uz obavezno uključenje zadataka III. kognitivne razine, a na županijskom natjecanju otprilike 2/3 zadataka II. kognitivne razine i otprilike 1/3 zadataka III. kognitivne razine (Radanović i sur., 2013). Ovim radom pokazalo se kako na školskom natjecanju prevladavaju zadaci druge kognitivne razine, dok na županijskom natjecanju ima premalo zadataka treće kognitivne razine. Mali udio zadataka koji traže rješavanje problema uz primjenu viših kognitivnih kompetencija nije u skladu niti s uputama za kvalitetno sastavljanje testova Andrilović i Čudina (1985) prema kojima je potrebno zahvatiti najmanje tri kategorije ciljeva postignuća prema taksonomskoj klasifikaciji (reproduktivno znanje, razina razumijevanja i primjene, rješavanje problema). Učenici koji su sudjelovali na oba natjecanja su većinom učenici većih sposobnosti koji su u samoj nastavi biologije pokazali najveći interes za nastavni sadržaj te ostvarili iznadprosječne rezultate. Isti ovu učenici se uz vodstvo svojih nastavnika pripremaju za samo natjecanje te su tako informirani o tipu zadataka koji se inače pojavljuju na natjecanjima što je istaknula i Hudelist (2011).

Zadaci višestrukog izbora prevladavaju na školskom natjecanju i većina učenika ih je mogla uspješno riješiti, dok su na županijskom natjecanju zastupljeni u manjem broju te prevladavaju dvoslojni zadaci i zadaci kratkog i produženog odgovora pa su ih samo uspješniji učenici mogli točno riješiti (AZOO, 2014). Analizom pismenih provjera sa školskog i županijskog natjecanja iz biologije za učenike trećih razreda srednjih škola utvrđeno je kako su najviše zastupljene nastavne cjeline o krvožilnom sustavu i probavnom sustavu, dok se na županijskom natjecanju pojavljuje određen broj pitanja vezanih uz biokemijske procese u ljudskom organizmu. Analiza pitanja školskog i županijskog natjecanja pokazala je kako pojedini učenici nemaju dovoljno razvijene sposobnosti za rješavanje problemskih

zadataka što utječe na nemogućnost primjene osnovnih bioloških znanja na svakodnevni život. Cjeline o živčanom i spolnom sustavu čovjeka nisu našle mjesto u provjerama jer se te cjeline obrađuju tek kasnije po nastavnom planu i programu za treći razred gimnazije (MZOŠ, 1995).

Najzastupljeniji makrokoncepti provjeravani na školskom natjecanju su Ustrojstvo živih bića i Međuovisnost. Od makrokonceptata koji su zastupljeni na županijskom natjecanju, najviše pitanja bavilo se makrokonceptom Međuovisnosti, Ustrojstvo živih bića provjeravano je kroz devet pitanja, a makrokoncept Ravnoteže kroz samo njih četiri. Ključno je da svako pitanje ispituje isti koncept, odnosno ako se radi o složenim pitanjima makrokoncept (Radanović i sur., 2013), što je ostvareno u školskom i županijskom natjecanju 2014. godine. Kod pitanja koja uključuju procese, kao što ističe i Hudelist (2011), važnu ulogu ima nastavnik koji svojim radom može povećati uspjeh u usvajanju i razumijevanju navedenih pitanja, te je utvrđeno da se većinom analiziranih pitanja ispituje druga razina obrazovnih postignuća, odnosno razina razumijevanja i primjene, čemu zapravo ovakav način ispitivanja ne bi smio težiti, već bi se trebala više provjeravati treća razina obrazovnih postignuća kako bi se potaknulo učenike da razvijaju kritičko mišljenje

Među pitanjima školskog natjecanja su dva pitanja koja provjeravaju treću razinu obrazovnih postignuća te sposobnost angažiranja viših kognitivnih kompetencija (Radanović i sur., 2013), dok se na županijskom natjecanju pojavljuju takva četiri pitanja. Analizom je pokazano kako se netočni odgovori pojavljuju na pitanjima više kognitivne razine kod učenika koji nisu znali interpretirati podatke s grafa ili tablica u uvodnom dijelu zadatka. Uzrok tome može biti nerazumijevanje konceptata čije poznavanje i primjena se traži u zadatku i obrada konceptata u prethodnim razredima srednje škole. Ovim radom pokazano je kako na školskom natjecanju više od polovice pitanja ispituje konceptualno razumijevanje, 27 % pitanja zahtijeva prvu kognitivnu razinu dok je rješavanje problema zastupljeno samo u 1 % pitanja. Pitanja na županijskom natjecanju provjeravaju u 72 % primjenu znanja i konceptualno razumijevanje učenika, dok je 20 % zadataka vezano uz provjeru reproduktivnih znanja i literaturnog razumijevanja predstavljenih sadržaja, a 8 % zadataka provjerava više kognitivne kompetencije što je premalo za razlikovanje najboljih i najuspješnijih učenika u populaciji izrazito zainteresiranih i uspješnih učenika u području biologije na županijskoj razini natjecanja. Na osnovu rezultata

županijskog natjecanja može se uočiti važnost povećavanja udjela zadataka treće kognitivne razine na toj razini natjecanja, jer u protivnom veliki uspjeh postižu i učenici koji uopće nisu riješili zadatke koji traže sposobnost rješavanja problema ili je ona u vrlo malom obinu (do 40 %). Na školskom natjecanju obuhvaćen je manji broj ishoda u odnosu na županijsko natjecanje. Posljedica takvog tradicionalnog pristupa i sadržajne usmjerenosti nastavnog programa i ishoda propisanih Katalogom Državne mature iz 2014. (NCVVO, 2014.), a posredno tome i nesrazmjer primjene makrokonceptata koji je posljedica izostanka konceptnog okvira biologije (Radanović i sur., 2015). Pomak prema poticanju viših razina razmišljanja i udaljavanje od tradicionalnog pristupa naglasaka na građi organizama, očituje se u većoj usmjerenosti pitanja na obe razine natjecanja na Međuovisnost, posebno njihov veći naglasak na županijskom natjecanju uz provjeru razumijevanja i primjene znanja.

Pri metrijskoj analizi pitanja županijske razine treba uzeti u obzir da je ovom analizom obuhvaćeno samo 10 % najbolje riješenih provjera u svakoj županiji pa se rezultati trebaju čitati samo kao smjernice u odnosu na cijelu populaciju učenika. Upravo zbog toga 41 % pitanja s dobrim indeksom težine upućuju na dobru kvalitetu provjere. Posebno je istaknuta smjernica prema kvaliteti pitanja uz pitanja Z2 i Z4 te Z7 i Z8, koji i u ovoj populaciji jako uspješnih učenika dobro odjeljuju one koji su uspješni te su poželjna takva pitanja za natjecanje kojim se od jako zainteresiranih i uspješnih učenika treba izlučiti najbolje. O dobroj kvaliteti provjere na školskom natjecanju svjedoči 64 % pitanja s dobrim indeksom težine te 71 % pitanja koja dobro odjeljuju uspješne i manje uspješne učenike. Prema Lukša (2013) miskonceptije se u pitanjima mogu prepoznati kad je uočljiva i podjednaka dominacija odabira distraktora u svim klasama ispitanika, ali samo kod pitanja koja provjeravaju konceptualno razumijevanje. U takvim pitanjima mogu se prepoznati prema podjednakom odabiru distraktora u svim klasama, ali samo kod onih pitanja koja su konceptualno postavljena, odnosno provjeravaju konceptualno znanje ili rješavanje problema. Analizom školskih natjecanja može se uvidjeti kako problemi u razumijevanju nastavnih sadržaja postoje najvjerojatnije kod većine zadataka koji ispituju više kognitivne kompetencije. Na županijskom natjecanju učenici koji postižu i 60 % ukupne rješenosti provjere još uvijek pokazuju tendenciju veće učestalosti manjkavosti i narezumijevanja nastavnih sadržaja. Takav rezultat u skladu je s rezultatima Garašić (2012) koja je utvrdila da je prosječnu usvojenost bioloških

znanja cijele populacije učenika u Hrvatskoj ispod 50 % uz najbolju prosječnu usvojenost gradiva na reproduktivnoj razini, a najslabiju na razini rješavanja problema. S obzirom da se radi o populaciji vrlo zainteresiranih i jako uspješnih učenika, rezultat ovog istraživanja potvrđuje zaključak Garašić (2012) o potrebi dobro osmišljenog kontinuiranog intenzivnog stručnog usavršavanjem nastavnika u pripremi pitanja i primjeni aktivnih oblika poučavanja koji omogućuju konceptualno razumijevanje učenika, a koje bi trebalo jasno prikazati ne samo u čemu se sastoji promjena pristupa, već i zbog čega bi takva promjena bila bolja.

Analizom pitanja višestrukog izbora i alternativnog izbora utvrđeno je da konstrukcija pitanja jako utječe na uspješnost u rješavanju jer je učenicima pružena mogućnost eliminacije nekih odgovora kada su ponuđeni nejednako vrijedni distraktori (Lukša i sur., 2013). U pitanjima čiji su odgovori vezani uz tlakove u pojedinim dijelovima krvožilnog sustava, prijenosom tvari kroz staničnu membranu, uzročnike različitih zaraznih bolesti, metaboličke procese u našem tijelu, normalan rad srca i interpretaciju EKG-a, građu biomembrane, infekcije virusom HIV-a sastava izvanstanične i i unutarstanične tekućine, dolazi do visokog broja netočnih odgovora jer učenici ne mogu interpretirati bitne dijelove dijagrama, shema ili grafova.

I na školskom i županijskom natjecanju 2014. godine zadaci su dobro usklađeni sa obrazovnim ishodima državne mature 2014. godine (NCVVO, 2014). Na školskom natjecanju najviše je zadatka provjeravalo obrazovne ishode u kojima učenici trebaju objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada imunološkog, probavnog i krvožilnog sustava. Najviše pitanja na županijskom natjecanju provjeravalo je obrazovne ishode u kojima učenici trebaju objasniti smještaj u tijelu, građu, ulogu i način rada metaboličkog, endokrinog i sustava organa za kretanje. U amanjoj je mjeri, ali još uvijek je prisutna tendencija da nastavnici imaju problema s razlikovanjem kognitivnih razina u pitanjima, koje često poistovjećuju s težinom pitanja, kao što je utvrdila i Lukša (2011).

Rezultati dobiveni u ovom radu mogu pomoći prilikom sastavljanja novih pitanja na školskim i županijskim natjecanjima te edukaciji nastavnika uz pripremu zadataka za provjeru znanja iz biologije.

## 6. ZAKLJUČCI

- Najviše netočnih odgovora vezano je uz pitanja kojima se ispituje metabolizam, tj. biokemijski procesi u tijelu. Problemi se javljaju pri interpretiranju podataka iz elektrokardiograma i kod rješavanja pitanja vezanih uz endokrine žlijezde i hormone koje izlučuju iste. Pitanja u kojima su učenici postigli najlošije rezultate vezana su uz aktivni i pasivni prijenos tvari; građu i izgled stanica odgovornih za imunološku reakciju, zarazne bolesti i njihove uzročnike.
- Do velikog broja netočnih odgovora u pitanjima većinom otvorenog tipa, došlo je vjerojatno zbog nedostatka proširenog znanja, nemogućnosti povezivanja znanja, krive interpretacije podataka iz prikaza, nepoznavanja osnovnih bioloških koncepata, što je vjerojatno posljedica tradicionalnog oblika poučavanja pri obradi pojedinih nastavnih sadržaja.
- Uspješnost učenika na natjecanjima slabija je uz rješavanje problemskih zadataka, što znači da takvim zadacima ne pristupaju kritičkim razmišljanjem jer vjerojatno imaju manje iskustva u rješavanja problema. Kako bi se povećala uspješnost učenika na natjecanjima iz biologije, potrebno je omogućiti učenicima iskustveno učenje određenog sadržaja, to jest potaknuti ih da smisleno uče biologiju na primjerima iz svakodnevnog života uz učenje otkrivanjem i istraživačko učenje.
- I na školskom i županijskom natjecanju prevladavaju pitanja druge kognitivne razine, dok je treća zastupljena s jako malim brojem pitanja što se ne poklapa s preporukama Državnog povjerenstva za natjecanje iz biologije o oblikovanju zadataka i konstrukciji pismenih provjera na natjecanjima. Na županijskom natjecanju bi trebalo biti više pitanja treće kognitivne razine kako bi se napravila veća razdioba među najuspješnijim učenicima te kako bi se odvojili od onih učenika koji uspješno rješavaju samo zadatke nižih kognitivnih razina.
- Uspješnost pri rješavanju zadataka niže kognitivne razine ne garantira konceptualno razumijevanje i uspješnost pri rješavanju problema, ali isto tako da učenici koji su bolje savladali teoretske osnove na reproduktivnoj razini imaju veće šanse uspješno riješiti zadatke koji traže konceptualno razumijevanje, ali reproduktivna osnova ima slabiji utjecaj na uspjeh pri rješavanju problema.

## 7. LITERATURA:

1. Andrilović, V., Čudina, M., (1985) Metode istraživanja u odgoju i obrazovanju. Školska knjiga, Zagreb
2. Augustine, N., Barret, C., Cassell, C., Grasmick, N., Holliday, C., Jackson, A., Jones, A., Levin, R., Mote, D., Murray, C., O'Donnell, P., Raymond, L., Richardson, R., Vagelos, R., Vest, C., Whitesides, G., Zare, R., (2005): Rising above the gathering storm, <http://www.uic.edu/home/Chancellor/risingabove.pdf>, pristupljeno 10.8.2015.
3. AZOO (2014): Testovi i rješenja sa školskog i županijskog Natjecanja iz biologije 2014., [http://www.azoo.hr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5196:testovi-i-rješenja-sa-kolskog-i-upanijskog-natjecanja-iz-biologije-2014-&catid=89:biologija](http://www.azoo.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=5196:testovi-i-rješenja-sa-kolskog-i-upanijskog-natjecanja-iz-biologije-2014-&catid=89:biologija), pristupljeno 16.04.2015.
4. CarNet (2011): Analiza nakon testa, a prije objave rezultata, <https://www.carnet.hr/referalni/obrazovni/spzit/pismeni/teorija/analize.html>; pristupljeno 20.4. 2016.
5. Crooks, T.J. (1988) The Impact Of Classroom Evaluation Practices On Students, Review of Educational Research, 58 (4): 438-481
6. Garašić, D. (2012) Primjerenost biološkog obrazovanja tijekom osnovnog i gimnazijskog školovanja. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 348 str.
7. HBD (2014) Natjecanje iz biologije 2014. <http://www.hbd-sbc.hr/natjecanja-ucenika/drzavno-natjecanje-mladih-biologa/natjecanje-iz-biologije-2014/>; pristupljeno 22.07.2016.
8. Heywood, J. (1977): Assessment in higher education, [http://books.google.hr/books?id=4bn83L0gURQC&pg=PA417&lpg=PA417&dq=Heywood,+J.+%281977%29.+Assessment+in+higher&source=bl&ots=STTtTspmuw&sig=lnBKOGWSGT14NRY\\_1nV\\_JNjSqZM&hl=hr&ei=UvnPToqbJeyO4gTo9vBD&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CB4Q6AEwAA#v=onepage&q=Heywood%2C%20J.%20%281977%29.%20Assessment%20in%20higher&f=false](http://books.google.hr/books?id=4bn83L0gURQC&pg=PA417&lpg=PA417&dq=Heywood,+J.+%281977%29.+Assessment+in+higher&source=bl&ots=STTtTspmuw&sig=lnBKOGWSGT14NRY_1nV_JNjSqZM&hl=hr&ei=UvnPToqbJeyO4gTo9vBD&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&sqi=2&ved=0CB4Q6AEwAA#v=onepage&q=Heywood%2C%20J.%20%281977%29.%20Assessment%20in%20higher&f=false), pristupljeno 27.09.2014.
9. Jokić, B. (2010) Pupil's Attitudes towards Biology, Chemistry and Physics in Croatian Elementary Education : A story of Differences. Contemporary Science Education - Implications from Science Education Research about Orientations, Strategies, Assessment Eilks & B. Ralle (eds) Contemporary science education, 231-236. Shaker, Aachen, Germany.
10. MZOŠ (1995): Ministarstvo znanosti obrazovanja i športa - Glasnik Ministarstva prosvjete i športa, [http://dokumenti.ncvvo.hr/Nastavni\\_plan/gimnazije/obvezni/biologija.pdf](http://dokumenti.ncvvo.hr/Nastavni_plan/gimnazije/obvezni/biologija.pdf); pristupljeno 15. 5. 2016.



11. MZOŠ (2010): Prijedlog radne verzije Nacionalnog okvirnog kurikuluma- prirodnoslovno područje, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, Zagreb
12. NCVVO 2013. Ispitni katalog za državnu maturu iz biologije u školskoj godini 2013./2014., NCVVO, Zagreb dostupno na [http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni\\_katalozi\\_13-14/Hrvatski/IK-bio.pdf](http://dokumenti.ncvvo.hr/Ispitni_katalozi_13-14/Hrvatski/IK-bio.pdf)
13. NCVVO 2014. Ispitni katalog za državnu maturu iz biologije u školskoj godini 2014./2015., NCVVO, Zagreb dostupno na <https://www.ncvvo.hr/ispitni-katalozi-za-drzavnu-maturu-2014-2015/>
14. NCVVO 2015. Ispitni katalog za državnu maturu iz biologije u školskoj godini 2015./2016., NCVVO, Zagreb dostupno na <https://www.ncvvo.hr/wpcontent/uploads/2015/08/BIOLOGIJA-2016.pdf>
15. Lukša, Ž. (2011): Učeničko razumijevanje i usvojenost osnovnih koncepata u biologiji, Prirodnoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 317. str.
16. Lukša, Ž., Mikulić S. (2014) Život 3, udžbenik biologije u trećem razredu gimnazije, Školska knjiga, Zagreb
17. Lukša, Ž., Radanović, I., , D. 2013.: Konceptualni pristup poučavanju uz definiranje makrokonceptualnog okvira za biologiju, Život i škola, br. 30 (2): 156-171.
18. Radanović, I., Ćurković, N., Bastić, M., Leniček, S., Furlan, Z., Španović, P. & Valjak, M. (2010): Kvalitativna analiza ispita provedenih 2008. godine u osnovnim školama, Izvješće o projektu – Biologija, Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje, Zagreb.
19. Radanović, I., Bastić, M., Begić, V., Kapov, S., Sumpor, D., Mustać A. 2013. Preporuke za autore i recenzente provjera natjecanja u znanju biologije. HBD. Preuzeto 31.10.2015. <http://www.hbd-sbc.hr/wordpress/wp-content/uploads/2013/06/Preporuke-za-autore-i-recenzente-natjecanja-20131.pdf>